

18. 3. 2004

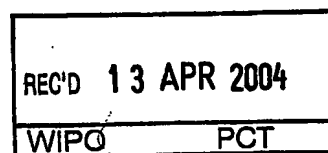
日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 1 0 1 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 1 1 0 1 5]



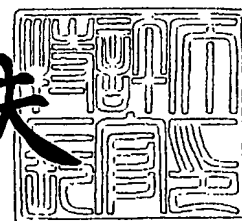
出 願 人 新日本製鐵株式会社
Applicant(s):


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 2 月 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 2002P0350

【提出日】 平成15年 1月20日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G03G 15/20
B21D 53/14

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2-6-3 新日本製鐵株式会社
内

【氏名】 稲田 幸輝

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2-6-3 新日本製鐵株式会社
内

【氏名】 岩見 和俊

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2-6-3 新日本製鐵株式会社
内

【氏名】 今井 篤比古

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2-6-3 新日本製鐵株式会社
内

【氏名】 小林 浩樹

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072349

【弁理士】

【氏名又は名称】 八田 幹雄

【電話番号】 03-3230-4766

【選任した代理人】

【識別番号】 100102912

【弁理士】

【氏名又は名称】 野上 敦

【選任した代理人】

【識別番号】 100110995

【弁理士】

【氏名又は名称】 奈良 泰男

【選任した代理人】

【識別番号】 100111464

【弁理士】

【氏名又は名称】 齋藤 悦子

【選任した代理人】

【識別番号】 100114649

【弁理士】

【氏名又は名称】 宇谷 勝幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001719

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 金属箔チューブおよびその製造方法並びに製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚さが、 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ である金属箔を接合ないし溶接したことを特徴とする接合金属箔チューブ。

【請求項 2】 前記金属箔がステンレス箔であり、
該ステンレス箔の材料が、フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、析出硬化型ステンレス鋼のいずれか 1 種であることを特徴とする請求項 1 に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 3】 電気抵抗溶接により接合されたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 4】 電気抵抗溶接が、シーム溶接であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 5】 電気抵抗溶接が、マッシュシーム溶接であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 6】 接合面が固相接合であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 7】 接合または溶接線がスパイラル状に配置されてなる請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 8】 接合または溶接部と母材部の硬度差の絶対値が、ビッカース硬さ (Hv) で母材部の硬さの 25% 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 9】 前記金属箔がステンレス箔であり、該ステンレス箔がオーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材であることを特徴とする請求項 3 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 10】 母材部のビッカース硬さが、180 以下であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 11】 ステンレス鋼箔表層の最大窒素濃度が 3 質量% 以下であることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 12】 バルク成分が、

C: 0.05 質量% 以下、
Si: 0.05～3.6 質量%、
Mn: 0.05～1.0 質量%、
Cr: 15～26 質量%、
Ni: 5～25 質量%、
Mo: 2.5 質量% 以下、
Cu: 2.5 質量% 以下、
N: 0.06 質量% 以下、

を含有し、残部が Fe および不可避免の不純物よりなる軟質系オーステナイト系ステンレス鋼であることを特徴とする請求項 3～11 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 13】 バルク成分が、

C: 0.05～0.2 質量%、
Si: 0.05～3.6 質量%、
Mn: 1.0～5.0 質量%、
Cr: 15～26 質量%、
Ni: 5～25 質量%、
Mo: 5.0 質量% 以下、
Cu: 4.0 質量% 以下、
N: 0.06 質量% 超～0.4 質量%、

を含有し、残部が Fe および不可避免の不純物よりなる高強度オーステナイト系ステンレス鋼であることを特徴とする請求項 3～8 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 14】 前記金属箔がフェライト系ステンレス鋼またはマルテンサイト系ステンレス鋼の圧延まま材で、溶接部にはマルテンサイト相が析出してなることを特徴とする請求項 3～9 に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 15】 チューブの肉厚対チューブの外径の比（肉厚／外径）が、 $1/500$ 以下であることを特徴とする請求項 1～14 のいずれか 1 項に記載

の接合金属箔チューブ。

【請求項 16】 金属箔の J I S B 0 6 0 1 - 2 0 0 1 (最大高さ粗さ) で規定される表面粗さ R_z が、 $2.0 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 17】 前記金属箔チューブに、60 サイクル / min 以上の繰返しサイクルで 0.2 % 以下の歪を与える疲労試験において、 1×10^6 回以上の耐久性を有することを特徴とする請求項 1 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 18】 画像形成装置のトナー焼付け用ロールおよび／または現像用ロールに用いられてなることを特徴とする請求項 1 ~ 17 のいずれか 1 項に記載の接合金属箔チューブ。

【請求項 19】 板厚が $10 \sim 100 \mu m$ の金属箔素板を対向辺が重ね合わさるように成形する成形工程と、前記重ね合わせた対向辺を溶接する溶接工程とを有する金属箔チューブの製造方法。

【請求項 20】 さらに前記溶接した部分を平滑に仕上げる仕上げ工程を有する請求項 19 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 21】 前記成形工程は、前記金属箔素板の対向辺を重ね合わせる前に、成形用の芯棒に該金属箔素板を位置決めする位置決め工程を有する請求項 19 または 20 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 22】 前記位置決め工程は、前記芯棒と常に平行な位置を保って近接離間する成形体に金属箔素板を保持し、該成形体を前記芯棒に近づけ金属箔素板と芯棒が線接触した時点で、該金属箔素板を押圧し芯棒に対して位置決めするようにしたことを特徴とする請求項 21 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 23】 前記成形工程は、前記位置決め工程後に前記成形体を芯棒に向かって更に接近し、該成形体に形成した断面半円形の凹部と前記芯棒との間で当該金属箔素板を保持し、金属箔素板を芯棒の周囲に巻き付ける巻き付け工程を有する請求項 21 又は 22 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 24】 前記成形工程は、前記巻き付け工程後に前記金属箔素板の対向辺端部を重ね合せて重ね合せ部を形成した後に前記金属箔素板を半径方向に

変位させることにより重ね代を調整する重ね代調整工程を有する請求項 23 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 25】 前記重ね代は、前記板厚の 3 倍以下である請求項 24 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 26】 前記溶接は、抵抗溶接法である請求項 19 または 20 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 27】 前記溶接は、前記芯棒の外面に軸方向に沿って形成された溝内に設けられた導電性の固定電極部材と、当該固定電極部材に対向して設けられた導電性の可動電極部材との間で通電することにより行なうことを特徴とする請求項 19、20 又は 25 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 28】 前記固定電極部材は、外面の一部又は全部が平坦面となるように形成したことを特徴とする請求項 27 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 29】 前記固定電極部材及び可動電極部材は、それぞれ少なくともその一部がモリブデンまたはアルミナ分散アルミ合金からなることを特徴とする請求項 27 又は 28 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 30】 前記溶接は、前記各電極部材の硬度と、前記金属箔素板の硬度をほぼ同じにしたことを特徴とする請求項 27～29 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 31】 前記金属箔チューブは、前記芯棒内から半径方向に流体を噴出することにより当該芯棒から剥離し、取り外すようにしたことを特徴とする請求項 21～23 のいずれか又は 27 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 32】 前記芯棒は、複数の部材から構成され、一部を軸方向に移動することにより金属箔チューブが当該芯棒から剥離するようにしたことを特徴とする請求項 21～24 のいずれか又は 27 に記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 33】 前記金属箔素板の板厚対金属箔チューブ内直径の比（板厚／内直径）が、 $1/500$ 以下であることを特徴とする請求項 19～32 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造方法。

【請求項 34】 板厚が $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の金属箔素板を所定形状に成形する成形部と、前記金属箔素板の対向辺を溶接する溶接部と、を有する金属箔チューブの製造装置。

【請求項 35】 前記成形部は、軸直角断面円形の芯棒と、当該芯棒に対し近接離間し得るように設けられ、金属箔素板を保持する成形体と、該成形体を前記芯棒に近づけ金属箔素板と芯棒が線接触した時点で、該金属箔素板を押圧し前記芯棒に対して位置決めする位置決め部材と、を有し、

前記位置決めされた金属箔素板に前記成形体を芯棒に向かって接近し、金属箔素板を予め芯棒の周囲に U 字状に巻き付けるようにしたことを特徴とする請求項 34 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 36】 前記成形体は、前記芯棒と常に平行な位置を保って近接離間するように設けられ、前記芯棒との間で前記金属箔素板を U 字状に巻き付ける断面半円形の凹部を有する保持板と、前記 U 字状の金属箔素板の一片を前記芯棒の外周に密着するように押圧する第 1 押圧部材と、前記 U 字状の金属箔素板の他片を前記芯棒の外周に向かって押圧する第 2 押圧部材とを有し、

前記巻き付け後に前記金属箔素板の対向辺端部を重ね合せて重ね合わせ部を形成するようにしたことを特徴とする請求項 35 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 37】 前記成形部は、前記第 2 押圧部材による押圧完了前に、対向辺相互の重ね合わせ部の重ね代が所定値となるように前記金属箔素板を半径方向に変位する重ね代調整手段を有する請求項 35 又は 36 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 38】 前記重ね代調整手段は、前記芯棒の内部に設けた偏心装置により構成したことを特徴とする請求項 37 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 39】 前記重ね代調整手段は、前記芯棒の外部に設けた偏心装置により構成したことを特徴とする請求項 37 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 40】 前記重ね代調整手段は、前記金属箔素板が前記芯棒に密着

していない非密着部分を加圧部材により加圧するようにしたことを特徴とする請求項 37 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 41】 前記重ね代調整手段は、前記芯棒に形成した凹部に向かって前記芯棒の外部に設けられた加圧部材を押し込むようにしたことを特徴とする請求項 37 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 42】 前記加圧部材は、カム、ロール、円筒体あるいは棒状部材のいずれか 1 つであり、芯棒の軸方向両端部に個別に作動するように設けたことを特徴とする請求項 40 又は 41 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 43】 前記重ね代は、前記板厚の 3 倍以下である請求項 37 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 44】 前記溶接は、抵抗溶接法である請求項 34 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 45】 前記溶接部は、前記芯棒の外面に軸方向に沿って設けられた導電性の固定電極部材と、当該固定電極部材に対向して設けられた可動電極部材とから構成され、両電極部材間に前記金属箔素板の前記重ね合わせ部を挟持した状態で溶接するようにしたことを特徴とする請求項 34 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 46】 前記固定電極部材は、外面の一部または全部が平坦面となるように形成したことを特徴とする請求項 45 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 47】 前記可動電極部材は、前記重ね合わせ部を加圧しつつ通電する電極輪である請求項 45 に記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 48】 前記固定電極部材及び可動電極部材は、それぞれ少なくともその一部がモリブデンまたはアルミナ分散アルミ合金からなることを特徴とする請求項 45～47 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 49】 前記溶接は、前記各電極部材の硬度と、前記金属箔素板の硬度をほぼ同じにしたことを特徴とする請求項 45～47 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 50】 前記金属箔チューブは、前記芯棒内から半径方向に流体を

噴出すことにより当該芯棒から剥離し、取り外すようにしたことを特徴とする請求項 35、36、45 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 51】 前記芯棒は、当該芯棒から溶接後の金属箔チューブを剥離する流体を噴出する流体通路を有することを特徴とする請求項 35、36、45 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 52】 前記芯棒は、前記金属箔素板が芯棒に密着しないようにする切り欠き部を外周面に有することを特徴とする請求項 35、36、45 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 53】 前記芯棒は、複数の部材から構成され、一部を軸方向に移動することにより金属箔チューブが当該芯棒から剥離するようにしたことを特徴とする請求項 35、36、45 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 54】 前記金属箔素板の板厚対金属箔チューブ内直径の比（板厚／内直径）が、 $1/500$ 以下であることを特徴とする請求項 34～53 のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【請求項 55】 請求項 19～33 に記載の金属箔チューブの製造方法ないし請求項 34～54 に記載の金属箔チューブの製造装置を用いて得られたものであることを特徴とする金属箔チューブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、新規な金属箔チューブおよびその製造方法並びに製造装置に関するものである。より詳しくは、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LB P）、複写機、ファクシミリ等のトナー焼付用ロールや現像用ロールなどに用いて好適な新規な金属箔チューブおよびその製造方法並びに製造装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

現在の電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LB P）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置においては、感光体ドラムを画像信号により露光し

、現像機にてトナー像を形成し、この感光体ドラムに形成されたトナー像を記録紙に転写し、更に定着器により熱定着して出力するようにしている。そして、このような画像形成プロセスでは、上記の感光体ドラムやトナー焼付用ロール、現像用ロール、加圧ロールなど、様々なロール部材が使用されている。通常、このロール部材は、円筒状あるいは円柱状に形成されており、駆動装置（モータなど）により駆動されるようになっている。

【0003】

こうした電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付用ロールや現像用ロール等として使用可能な円筒状の金属製薄肉チューブには、金属の持つ特性である高弾性、高剛性、高熱伝導性とその極薄化技術により、軽量でさらにシャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度を達成すべくチューブ表面全体が滑らかであり、かつ耐久性に優れる金属製薄肉チューブが求められている。そのため、こうした金属製薄肉チューブには、ステンレス鋼板などをプレス加工やレーザー溶接、プラズマ溶接などにより円筒状に溶接して作製した素管（金属製肉厚チューブ）を、さらに薄肉化技術として、しごき加工、スピニング加工、引き抜き加工、バルジ加工などにより、極薄の厚さに加工している（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

また、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付用ロールや現像用ロールなどとして使用可能な金属製薄肉チューブとして、熱可塑性樹脂で金属薄膜シート端面を接合する方法などが提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

【0005】

【特許文献1】

特開 2002-55557号公報

【特許文献2】

特開 2000-280339号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、プレス加工やレーザー溶接、プラズマ溶接などにより作製した素管（金属製肉厚チューブ）を薄肉化技術により形成した金属製薄肉チューブでは、レーザー溶接やプラズマ溶接により溶接部の組織が一旦熔融しその硬度Hvが半分程度まで低下し、強度も低下する。さらに素管を薄肉化する際に、その表面が金属圧延材（例えば、ステンレス箔）に比べると粗く（肌あれ）、例えば、スピニング加工の場合でも表面粗さRzは3 μ mぐらいであり、薄肉化に伴う表面欠陥が生じるという問題点がある。そのため、シャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどの回転精度が十分に得られにくいという問題を有している。また、こうした薄肉化技術では、製造過程が複雑であり、製造コストが高くなる傾向にある。

【0007】

また、熱可塑性樹脂で金属薄膜シート端面を接合する方法では、金属薄膜を覆う樹脂フィルムが熱可塑性樹脂であることが必要であり、非熱可塑性、或は熱硬化性であるポリイミド等の樹脂では成形が不可能である。また、金属接合に比して、樹脂接合では接合強度が弱く長期間の耐久性を持たせることが困難であり、特に高温で使用される場合に、当該接合部に加わる負荷により接合部での剥離が生じるなど熱脆化が見られるなど、トナー焼付用ロールなどとしては不向きである。また、金属薄膜に別途樹脂を均一に被覆する必要があり、製造コストがかさむ問題があった。

【0008】

そこで、本発明の目的は、プレス加工やレーザー溶接ないしプラズマ溶接法＋薄肉化技術や樹脂材料等を用いることなく、極めて表面が滑らかな表面を有し、金属の持つ高弾性、高剛性、高熱伝導性を有し、極薄で軽量であり、さらにシャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度を有し、耐久性にも優れる新規な金属製薄肉チューブおよびその製造方法並びに製造装置を提供するものである。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、上記目的を達成すべく、新規な金属製薄肉チューブおよびその製造方法並びに製造装置につき鋭意検討した結果、従来のようなプレス加工やレーザー溶接ないしプラズマ溶接法+薄肉化技術や樹脂材料を用いることなく、ステンレス箔などの金属箔を非溶融で溶接+圧接することで、溶融部分が極めて少ないので硬度が落ちることがなく、耐久性が高く、該溶接部を平滑に仕上げることのできる新規な製造方法およびその製造装置を見出し、これにより製造コストを格段に下げることができ、得られる金属箔チューブも従来のような薄肉化技術や樹脂材料を用いてなる金属製薄肉チューブに比して、金属の持つ高弾性、高剛性、高熱伝導性を有し、極薄で軽量であり、さらに表面平滑性に優れ、シャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度を有し、耐久性にも優れる新規な金属箔チューブが得られることを見出し、本発明を完成するに至ったものである。

【0010】

本発明の目的は、下記する手段により達成される。

【0011】

(1) 厚さが、10～100 μm である金属箔を接合ないし溶接したことを特徴とする接合金属箔チューブ。

【0012】

(2) 前記金属箔がステンレス箔であり、
該ステンレス箔の材料が、フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼、析出硬化型ステンレス鋼のいずれか1種であることを特徴とする上記(1)に記載の接合金属箔チューブ。

【0013】

(3) 電気抵抗溶接により接合されたことを特徴とする上記(1)または(2)に記載の接合金属箔チューブ。

【0014】

(4) 電気抵抗溶接が、シーム溶接であることを特徴とする上記(1)～(3)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0015】

(5) 電気抵抗溶接が、マッシュシーム溶接であることを特徴とする上記 (1) ~ (4) のいずれか 1 つに記載の接合金属箔チューブ。

【0016】

(6) 接合面が固相接合であることを特徴とする上記 (1) ~ (5) のいずれか 1 つに記載の接合金属箔チューブ。

【0017】

(7) 接合または接合線がスパイラル状に配置されている上記 (1) ~ (6) のいずれか 1 つに記載の接合金属箔チューブ。

【0018】

(8) 接合または溶接部と母材部の硬度差の絶対値が、ビッカース硬さ (Hv) で母材部の硬さの 25% 以下であることを特徴とする上記 (1) ~ (7) のいずれか 1 つに記載の接合金属箔チューブ。

【0019】

(9) 前記金属箔がステンレス箔であり、
該ステンレス箔が、オーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材であることを特徴とする上記 (3) ~ (8) のいずれか 1 つに記載の接合金属箔チューブ。

【0020】

(10) 母材部のビッカース硬さが、180 以下であることを特徴とする上記 (1) ~ (9) のいずれか 1 つに記載の接合金属箔チューブ。

【0021】

(11) ステンレス鋼箔表層の最大窒素濃度が 3 質量% 以下であることを特徴とする上記 (9) または (10) に記載の接合金属箔チューブ。

【0022】

(12) バルク成分が、
C : 0.05 質量% 以下、
Si : 0.05 ~ 3.6 質量%、
Mn : 0.05 ~ 1.0 質量%、
Cr : 15 ~ 26 質量%、
Ni : 5 ~ 25 質量%、

Mo : 2.5 質量%以下、

Cu : 2.5 質量%以下、

N : 0.06 質量%以下、

を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなる軟質系オーステナイト系ステンレス鋼であることを特徴とする上記(3)～(11)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0023】

(13) バルク成分が、

C : 0.05～0.2 質量%、

Si : 0.05～3.6 質量%、

Mn : 1.0～5.0 質量%、

Cr : 15～26 質量%、

Ni : 5～25 質量%、

Mo : 5.0 質量%以下、

Cu : 4.0 質量%以下、

N : 0.06 質量%超～0.4 質量%、

を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなる高強度オーステナイト系ステンレス鋼であることを特徴とする上記(3)～(8)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0024】

(14) 前記金属箔がステンレス箔であり、

該ステンレス箔が、フェライト系ステンレス鋼またはマルテンサイト系ステンレス鋼の圧延まま材で、溶接部にはマルテンサイト相が析出してなることを特徴とする上記(3)～(9)に記載の接合金属箔チューブ。

【0025】

(15) チューブの肉厚対チューブの外径の比(肉厚/外径)が、 $1/500$ 以下であることを特徴とする上記(1)～(14)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0026】

(16) 金属箔の表面粗さ R_z (JIS B0601-2001最大高さ粗さ) が、 $2.0\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする上記(1)～(15)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0027】

(17) 前記金属箔チューブに、 $60\text{サイクル}/\text{min}$ 以上の繰り返しサイクルで 0.2% 以下の歪を与える疲労試験において、 1×10^6 回以上の耐久性を有することを特徴とする上記(1)～(16)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0028】

(18) 画像形成装置のトナー焼付け用ロールおよび/または現像用ロールに用いられてなることを特徴とする上記(1)～(16)のいずれか1つに記載の接合金属箔チューブ。

【0029】

(19) 板厚が $10 \sim 100\ \mu\text{m}$ の金属箔素板を対向辺が重ね合わさるように成形する成形工程と、前記重ね合わせた対向辺を溶接する溶接工程とを有する金属箔チューブの製造方法。

【0030】

(20) さらに前記溶接した部分を平滑に仕上げる仕上げ工程を有する上記(19)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0031】

(21) 前記成形工程は、前記金属箔素板の対向辺を重ね合わせる前に、成形用の芯棒に該金属箔素板を位置決めする位置決め工程を有する上記(17)または(20)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0032】

(22) 前記位置決め工程は、前記芯棒と常に平行な位置を保って近接離間する成形体に金属箔素板を保持し、該成形体を前記芯棒に近づけ金属箔素板と芯棒が線接触した時点で、該金属箔素板を押圧し芯棒に対して位置決めするようにしたことを特徴とする上記(21)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0033】

(23) 前記成形工程は、前記位置決め工程後に前記成形体を芯棒に向かって更に接近し、該成形体に形成した断面半円形の凹部と前記芯棒との間で当該金属箔素板を保持し、金属箔素板を芯棒の周囲に巻き付ける巻き付け工程を有する上記(21)又は(22)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0034】

(24) 前記成形工程は、前記巻き付け工程後に前記金属箔素板の対向辺端部を重ね合せて重ね合わせ部を形成した後に前記金属箔素板を半径(放射)方向に変位させることにより重ね代を調整する重ね代調整工程を有する上記(23)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0035】

(25) 前記重ね代は、前記板厚の3倍以下である上記(24)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0036】

(26) 前記溶接は、抵抗溶接法である上記(19)または(20)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0037】

(27) 前記溶接は、前記芯棒の外面に軸方向に沿って形成された溝内に設けられた導電性の固定電極部材と、当該固定電極部材に対向して設けられた導電性の可動電極部材との間で通電することにより行なうことを特徴とする上記(19)、(20)又は(25)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0038】

(28) 前記固定電極部材は、外面の一部又は全部が平坦面となるように形成したことを特徴とする上記(27)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0039】

(29) 前記固定電極部材及び可動電極部材は、それぞれ少なくともその一部がモリブデンまたはアルミナ分散アルミ合金からなることを特徴とする上記(27)又は(28)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0040】

(30) 前記溶接は、前記各電極部材の硬度と、前記金属箔素板の硬度をほ

は同じにしたことを特徴とする上記(27)～(29)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造方法。

【0041】

(31) 前記金属箔チューブは、前記芯棒内から半径方向に流体を噴出することにより当該芯棒から剥離し、取り外すようにしたことを特徴とする上記(21)～(23)のいずれか又は(27)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0042】

(32) 前記芯棒は、複数の部材から構成され、一部を軸方向に移動することにより金属箔チューブが当該芯棒から剥離するようにしたことを特徴とする上記(21)～(24)のいずれか又は(27)に記載の金属箔チューブの製造方法。

【0043】

(33) 前記金属箔素板の板厚対金属箔チューブ内直径の比(板厚/内直径)が、 $1/500$ 以下であることを特徴とする上記(19)～(32)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造方法。

【0044】

(34) 板厚が $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の金属箔素板を所定形状に成形する成形部と、前記金属箔素板の対向辺を溶接する溶接部と、を有する金属箔チューブの製造装置。

【0045】

(35) 前記成形部は、軸直角断面円形の芯棒と、当該芯棒に対し近接離間し得るように設けられ、金属箔素板を保持する成形体と、該成形体を前記芯棒に近づけ金属箔素板と芯棒が線接触した時点で、該金属箔素板を押圧し前記芯棒に対して位置決めする位置決め部材と、を有し、

前記位置決めされた金属箔素板に前記成形体を芯棒に向かって接近し、金属箔素板を予め芯棒の周囲にU字状に巻き付けるようにしたことを特徴とする上記(34)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0046】

(36) 前記成形体は、前記芯棒と常に平行な位置を保って近接離間するよ

うに設けられ、前記芯棒との間で前記金属箔素板をU字状に巻き付ける断面半円形の凹部を有する保持板と、前記U字状の金属箔素板の一片を前記芯棒の外周に密着するように押圧する第1押圧部材と、前記U字状の金属箔素板の他片を前記芯棒の外周に向かって押圧する第2押圧部材とを有し、

前記巻き付け後に前記金属箔素板の対向辺端部を重ね合せて重ね合わせ部を形成するようにしたことを特徴とする上記(35)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0047】

上記(37) 前記成形部は、前記第2押圧部材による押圧完了前に、対向辺相互の重ね合わせ部の重ね代が所定値となるように前記金属箔素板を半径方向に変位する重ね代調整手段を有する上記(35)又は(36)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0048】

上記(38) 前記重ね代調整手段は、前記芯棒の内部に設けた偏心装置(カムまたはローラなど)により構成したことを特徴とする上記(37)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0049】

上記(39) 前記重ね代調整手段は、前記芯棒の外部に設けた偏心装置(カムまたはローラなど)により構成したことを特徴とする上記(37)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0050】

上記(40) 前記重ね代調整手段は、前記金属箔素板が前記芯棒に密着していない非密着部分を加圧部材により加圧するようにしたことを特徴とする上記(37)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0051】

(41) 前記重ね代調整手段は、前記芯棒に形成した凹部に向かって前記芯棒の外部に設けられた加圧部材を押し込むようにしたことを特徴とする上記(37)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0052】

(42) 前記加圧部材は、カム、ロール、円筒体あるいは棒状部材のいずれか1つであり、芯棒の軸方向両端部に個別に作動するように設けたことを特徴とする上記(40)又は(41)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0053】

(43) 前記重ね代は、前記板厚の3倍以下である上記(37)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0054】

(44) 前記溶接は、抵抗溶接法である上記(34)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0055】

(45) 前記溶接部は、前記芯棒の外面に軸方向に沿って設けられた導電性の固定電極部材と、当該固定電極部材に対向して設けられた可動電極部材とから構成され、両電極部材間に前記金属箔素板の前記重ね合わせ部を挟持した状態で溶接するようにしたことを特徴とする上記(34)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0056】

(46) 前記固定電極部材は、外面の一部または全部が平坦面となるように形成したことを特徴とする上記(45)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0057】

(47) 前記可動電極部材は、前記重ね合わせ部を加圧しつつ通電する電極輪である上記(45)に記載の金属箔チューブの製造装置。

【0058】

(48) 前記固定電極部材及び可動電極部材は、それぞれ少なくともその一部がモリブデンまたはアルミナ分散アルミ合金からなることを特徴とする上記(45)～(47)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0059】

(49) 前記溶接は、前記各電極部材の硬度と、前記金属箔素板の硬度をほぼ同じにしたことを特徴とする上記(45)～(47)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0060】

(50) 前記金属箔チューブは、前記芯棒内から半径方向に流体を噴出することにより当該芯棒から剥離し、取り外すようにしたことを特徴とする上記(35)、(36)、(45)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0061】

(51) 前記芯棒は、当該芯棒から溶接後の金属箔チューブを剥離する流体を噴出する流体通路を有することを特徴とする上記(35)、(36)、(45)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0062】

(52) 前記芯棒は、前記金属箔素板が芯棒に密着しないようにする切り欠き部を外周面に有することを特徴とする上記(35)、(36)、(45)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0063】

(53) 前記芯棒は、複数の部材から構成され、一部を軸方向に移動することにより金属箔チューブが当該芯棒から剥離するようにしたことを特徴とする上記(35)、(36)、(45)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0064】

(54) 前記金属箔素板の板厚対金属箔チューブ内直径の比(板厚/内直径)が、 $1/500$ 以下であることを特徴とする上記(34)～(53)のいずれかに記載の金属箔チューブの製造装置。

【0065】

(55) 上記(19)～(33)に記載の金属箔チューブの製造方法ないし上記(34)～(54)に記載の金属箔チューブの製造装置を用いて得られたものであることを特徴とする金属箔チューブ。

【0066】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0067】

<金属箔チューブ>

本発明は、厚さが、 $10 \sim 100 \mu\text{m}$ 、好ましくは $20 \sim 50 \mu\text{m}$ である金属箔を接合または溶接したことを特徴とする接合金属箔チューブである。本発明では、以下に説明する新規な金属箔チューブを用いることで、金属の持つ特性である高弾性、高剛性を有し、極薄軽量で耐久性に優れ、さらにかつ高熱伝導性で、シャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度が望まれる、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LB P）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付用ローラや現像用ロールなどに適用し得る、厚さが $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の金属箔を接合ないし溶接してなる金属製薄肉チューブを得ることができるものである。そのため、従来の薄肉化技術等では、その表面がどうしても肌あれしており、滑らかにするのが困難であり、表面粗さ R_z が $3 \mu\text{m}$ 以下のものは得られなかったが、本発明のように金属箔、例えば、圧延ステンレス箔を接合または溶接して用いる場合には、その表面が滑らかであり、表面粗さが $2 \mu\text{m}$ 以下のものが提供できるものである。その結果、シャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度を有する金属箔チューブを提供することができるものである。また、従来の熱可塑性樹脂で接合する方法では、十分な接合強度が得られず、耐久性に劣るものであったが、本発明では、金属接合であるため、接合強度が十分であり、耐久性に優れるものである。また、従来の熱可塑性樹脂で接合する方法では、わざわざ熱可塑性樹脂を金属箔表面に均一な厚さになるように塗布する必要があり、高コストになるが、本発明ではそのような工程が必要でなく、生産性に優れており、低コストな金属箔チューブを提供することができるものである。さらに、電力消費量が少なく、機械的な繰り返し応力に優れ、また疲労試験等での耐久性に優れ製品寿命が長く、 $200 \sim 400^\circ\text{C}$ 程度の高温使用温度域でも熱脆化を生じることなく、トナー焼付用ロール等にも好適に利用でき、さらにステンレス鋼のような合金を用いることのできる金属箔チューブを提供することができるものである。さらに、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LB P）、複写機、ファクシミリ等の等の画像形成装置の小型化及び軽量化を図ることができ、また省エネルギー化を図ることができる。

【0068】

ここで、本発明の接合金属箔チューブの厚さ（肉厚）が、 $100\mu\text{m}$ を超える場合には、熱伝導が悪くなるため省エネモードからの立ち上がりに時間を要するほか、重量が増加し、箔が肉厚化することで、薄型化、軽量化を達成するのが困難となるため、小型軽量化を指向する利用者やメーカーの要望に十分に 대응することができなくなるおそれがある。一方、ステンレス鋼箔の厚さは薄ければ薄いほど望ましいが、 $10\mu\text{m}$ 未満の場合には強度と剛性が低く扱いにくいものとなる。

【0069】

なお、本発明では、上記したように金属箔をそのまま接合してなる金属箔チューブであることから、その表面粗さ R_z が $2\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.1\sim 1\mu\text{m}$ のものとすることができる。これは、上記した通り、圧延後の金属箔の表面粗さを損なうことなく、接合（さらには表面仕上げ）により金属箔チューブに仕上げるためである。また、圧延後の金属箔の表面粗さ R_z を $0.1\mu\text{m}$ 未満とすると高コストとなるので、該金属箔の表面粗さ R_z を $0.1\mu\text{m}$ 以上とするのが望ましい。これにより、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付けロール、現像用ロールなどに用いることのできる金属箔チューブとして、高弾性、高剛性、極薄で、軽量であり、耐久性に優れ、さらにシャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度を有する表面性状の良好なチューブを提供することができるものである。

【0070】

なお、上記表面粗さ R_z の測定方法は、JIS B0601-2001（最大高さ粗さ）で規定される測定法により行うことができるが、これに制限されるものではない。

【0071】

次に、本発明の金属箔チューブに用いられる材料としては、特に制限されるべきものではなく、使用用途に応じて最適な材料を適宜選択すればよいが、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の

画像形成装置の定着ローラ、現像ロール、加熱ロールなどに用途の場合には、高弾性、高剛性、極薄で、軽量化が図れ、耐久性に優れ、さらにシャープなフルカラー画質にとって悪影響を与える振動や回転ムラなどのない高い回転精度を有するものを提供することができる点で、ステンレス箔が望ましく、具体的には、その材質は、フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼およびオーステナイト系ステンレス鋼、析出硬化型ステンレス鋼のいずれか1種であることを特徴とするものである。なお、上記析出硬化型ステンレス鋼は、後述する実施例7のように、電気抵抗溶接等により接合して金属箔チューブを作製し、研磨などの仕上げ処理を行った後に、使用するステンレス鋼の特性に沿って、例えば、固溶化熱処理、必要があれば中間処理、析出硬化熱処理等を行うことで析出硬化させて高耐力を得ることができ、また母材部と溶接部の硬さを略同じにすることができ、耐久性を格段に向上させることができる点で有利である。このときの固溶化熱処理、必要があれば中間処理、析出硬化熱処理等の条件は、ステンレス鋼種ごとに最適条件が解明されている。

【0072】

本発明では、従来、金属箔を直接接合する技術は何ら確立されていなかったが、使用目的に応じて、軟質材のステンレス箔から硬質材のステンレス箔までの各種材料につき幅広く使用可能となるものであり、使用材料による何らの制限を受けることなく、幅広い用途に適用し得る金属箔チューブを提供することができるものである。ただし、本発明の金属箔チューブの材料としては、これらに制限されるべきものではなく、例えば、Fe基超合金、NiおよびNi合金、CoおよびCo合金、TiおよびTi合金、NbおよびNb合金、ZrおよびZr合金、TaおよびTa合金などを用いることもできる。

【0073】

本発明の金属箔の材料としては、フェライト系ステンレス鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼、オーステナイト系ステンレス鋼及び析出硬化型ステンレス鋼のいずれか1種のステンレス鋼を原板とし、その後に圧延を行って得られる圧延まま材、さらに圧延後に焼鈍を行って得られる焼鈍材、そのほかテンションアンニリング材などが好適であるが、これらに制限されるものではない。具体的には

、JISにおいてSUS400番台に規定されているフェライト系ステンレス鋼箔のほかSUSXM27やTp. 409系などのフェライト系ステンレス鋼、JISにおいてSUS400番台に規定されているマルテンサイト系ステンレス鋼箔、およびJISにおいてSUS200番台および300番台に規定されているオーステナイト系ステンレス鋼箔のほかSUSXM7、SUSXM15J1、Tp. 302B、Tp. 314系などのオーステナイト系ステンレス鋼、SUS630およびSUS631などの析出硬化型ステンレス鋼のいずれか1種のステンレス鋼を原板とし、その後に圧延を行って得られる圧延まま材、さらに圧延後に焼鈍を行って得られる焼鈍材及び析出処理材などが挙げられる。

【0074】

また、本発明の金属箔チューブでは、電気抵抗溶接により接合されたものであるのが望ましく、具体的には、電気抵抗溶接が、シーム溶接、望ましくはマッシュユシーム溶接であるものが望ましい。本発明では、従来の薄肉化技術に比して、より表面平滑性に優れているものであるが、かかる表面平滑性を達成するには、接合部と母材部との間でも表面平滑性に優れるように接合し、さらには接合部と母材部で硬度差がビッカース硬さで母材部の硬さの25%以下となるようにされている必要がある。そのためには、当該接合部が、電気抵抗溶接により接合されたものであることが望ましく、具体的には電気抵抗溶接が、シーム溶接、望ましくはマッシュユシーム溶接である。上記接合手段を用いてなる金属チューブでは、電極加圧力をかけて行う継手の抵抗溶接法であるシーム溶接、さらには円板電極で強加圧のもとで、継手部分をつぶしながら溶接し、突合せ継手に近い接合部を得る溶接法であるマッシュユシーム溶接を採用することで、接合部の箔同士が適度な電極加圧で連続してつぶされて突合せ継手に近い接合部を形成し得ることができ、そのため、溶接部の肉厚が平坦化されており、その後の表面仕上げの際に箔同士の接合部に過大な負荷を加えなくてもよく、接合後の平滑仕上げが簡便でよいために、製造コストを抑えることができる。その結果、上記したような表面粗さR_zの低い滑らかな表面（接合部）に仕上げることができるものである。

【0075】

また、接合面は溶融相の残らない固相接合状態であるため、溶融相の残るレー

レーザー溶接あるいはプラズマ溶接などに比して接合部での組成変化（結晶構造変化）による強度低下を抑えることができる。そのため、金属箔チューブを画像形成装置のトナー焼付け用ロールや現像用ロール等に用いた際に、当該接合部と非接合部（母材部）での硬度等の機械的特性がほぼ同等であるため、当該接合部と母材部との境界部や接合面での応力集中による急激な金属疲労などによるひび割れや接合剥離などを生じにくいなど、耐久性に優れるため長期寿命化を図ることができる。但し使用する材料が軟質材の場合は、溶接時の加圧力を小さくして溶接部に熔融相を残し、母材との硬度差をすくなくすることもできる。

【0076】

上記電気抵抗溶接（シーム溶接、マッシュシーム溶接を含む）での圧接により、重ね代（接合部）の厚さを母材部の厚さを t とした場合に、 $1.2t$ 以下、好ましくは $1.0 \sim 1.2t$ になるように加圧してなる接合金属箔チューブが好ましい。ここで、溶接後の重ね代（接合部）の厚さが $1.2t$ よりも厚い場合には、さらに表面仕上げ加工を行えばよい。

【0077】

本発明の金属箔チューブでは、溶接部と母材部（非溶接部）の硬度差の絶対値が、ビッカース硬さ（ H_v ）で母材部の硬さの25%以下になるようにすることが望ましいとも言える。溶接部と母材部（非溶接部）の硬度差の絶対値が、ビッカース硬さ（ H_v ）で母材部の硬さの25%を超える場合には、溶接部と母材部（非溶接部）の境界部で硬度差による冶金的ノッチ効果により金属疲労などによるひび割れや亀裂などを生じ易くなる。また、従来のレーザー溶接法では、溶接部が溶けて硬度が下がったままとなる。該ビッカース硬さ（ H_v ）の測定方法は、JIS Z 2244（1998）による。本発明では、上記溶接法や材料や熱処理方法を適宜選択することで、溶接部と母材部（非溶接部）の硬度差を抑えることができ、金属箔チューブ全体の耐久性を高めることができ、機械的強度（硬度差）による回転ムラや振動のない高い回転精度を実現することができる。

【0078】

また、本発明では、ステンレス箔として、フェライト系ステンレス鋼またはマルテンサイト系ステンレス鋼の圧延まま材で、溶接部にはマルテンサイト相が析


出するものが好適に利用可能である。具体的には、SUS410Lなどのフェライト系ステンレス鋼、SUS403、410系、420系、431、440系などのマルテンサイト系ステンレス鋼などが溶接部にはマルテンサイト相が析出するものとして例示できる。これらの鋼の場合は、溶接部は溶接熱によるマルテンサイトの析出で硬化させ、母材部は圧延による加工硬化を利用して硬化させ、溶接部と母材部の硬度差を小さくすることができる。かかるステンレス箔として硬質材を用いてなる金属箔チューブは、例えば、 $30\mu\text{m}$ 以下の厚さの用途に好適に利用することができる。特に、ステンレス箔として上記硬質材を用いる場合には、溶接部の機械的性質を高めることができる。そのため、疲労寿命を長くすることができ、耐久性向上に寄与し得るものである。さらに節電モードからの立ち上がり時間を短縮することも可能である。

【0079】

さらに本発明では、SUS304などJISで規定されているSUSの300番台に規定されているオーステナイト系ステンレス鋼を圧延、焼鈍してなる焼鈍材が挙げられる。かかるステンレス箔として軟質材を用いてなる金属箔チューブは、溶接部はそれほど硬化せず、母材部は軟質材であるから、全体として軟質なチューブを得ることができる。この場合は金属箔の硬度とほぼ同程度の電極材を用いることで、電極材および金属箔の双方を傷つけることなく、接合することができるものである。特に、金属箔にオーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材を用いる場合には、電極材に銅などの電気伝導性に優れた材料を組み合わせることができる点でも有利である。

【0080】

金属箔として上記オーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材を用いる場合には、母材部のビッカース硬さ(Hv)が180ポイント以下であるものが好ましい。これは、製造段階で加工性に優れ、チューブ状に成型し易いなどの特性がある。また、金属箔を高精度に切り出す(打ち抜く)際にも、反りは周縁部のひずみなどが生じ難い点でも優れている。また、金属箔の硬度とほぼ同程度の電極材、例えば、モリブデン、アルミナ分散アルミ合金などが存在しており、こうした電極材を利用できるため、製造段階での電極材ないしチューブの損傷を抑えることも



できる。

【0081】

また、上記金属箔として上記オーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材を用いる場合には、高精度に金属箔を切り出す（打ち抜く）際に、シワやひび割れ（クラック）などを生じさせないために、ステンレス鋼箔全体（バルク）での窒素元素の含有量が、0.06質量%以下、より好ましくは0.03質量%以下であることが望ましい。また、同時にステンレス箔表層の最大窒素濃度が3質量%以下であることが望ましい。ここで、ステンレス鋼箔表層とは、焼鈍処理により表面に形成された酸化皮膜のことを意味する。一般的に、酸化皮膜は、最表層より、酸素濃度のピークから50%になるまでの深さの部分を目指す。ステンレス鋼箔の窒素含有量が0.06質量%を超える場合には、ステンレス箔が硬くなるため、高精度に金属箔を切り出す（打ち抜く）際に割れやすく、クラックが生じ易くなるおそれがある。これは、通常のステンレス薄板や圧延しただけのステンレス箔では、窒素分が著しく増加することはないが、製造段階で焼鈍を行う場合には、雰囲気中の N_2 ガスがステンレス箔に取り込まれ、顕著な窒化が生じる。そのため、バルクの窒素含有量が増加すると同時に、表層の酸化皮膜中の窒素含有量も著しく増加する。表層部の窒素含有量はバルク内部に対して相対的に増加するので、バルク内部よりもさらに高硬度化する。その結果、高精度に金属箔を切り出す（打ち抜く）際に表層部に浅いクラックが生じ、厚さ方向に進行してひび割れにつながるものと言える。

【0082】

また、金属箔として上記オーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材を用いる場合には、その材質は、具体的には、SUSシリーズでは、SUS304、SUS304L、SUS304J1（Cu添加）、SUS304J2（17Cr-7Ni-4Mn-2Cu）、SUS316（Mo添加）、SUS316L（Mo添加）、SUS305、SUSXM7（Cu添加）、SUS317、SUS317L、SUS309Sなど、新日本製鉄株式会社独自鋼種のYUSシリーズでは、YUS304UL、YUS316UL（Mo添加）、YUS27A（Cu添加）、YUS110M（Cu、Si、Mo添加）などのステンレス鋼を原板とし、その後

に圧延、焼鈍を行って得られたものが使用可能であるが、これらに制限されるものではない。ステンレス鋼として最も広く使用されており、圧延処理に用いるステンレス薄板として既に安定かつ安価に市販されており、圧延によるステンレス鋼箔への加工技術が確立されており、さらに焼鈍処理にも適してなる上記のSUS316系やSUS304系などのステンレス鋼を原板とし、その後に圧延、焼鈍を行って得られたものがより望ましいと言える。なかでも、SUS304J1 (17Cr-7Ni-2Cu) およびSUS304J2 (17Cr-7Ni-4Mn-2Cu) を原板としたものは、C、N低下とCu添加で成形性向上と時期割れ性改善効果が大きく、プレス成形性は上記に例示したものの中でも最高である。また、SUS316やSUS305のようなオーステナイト安定系を原板としたものは、加工誘起マルテンサイトの生成がなく、時間割れの危険性がない。なお、Ti添加鋼のSUS316Ti、SUS321、高Ni鋼のSUS310S (25Cr-20Ni)、SUS317J5L (21Cr-24Ni-4.5Mo-1.5Cu-低C)、SUS384 (16Cr-18Ni)、SUSXM15J1 (18Cr-13Ni-4Si) など電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ (LBP)、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付用ロールや現像用ロール等として使用可能である。

【0083】

また、金属箔として上記オーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材のような軟質系オーステナイト系ステンレス鋼 (軟質材) ないし高強度オーステナイト系ステンレス鋼 (硬質材) を用いる場合には、ステンレス鋼の好適な各成分範囲は次のとおりである。

【0084】

C: Cはオーステナイト安定化元素であるが、高めの場合は材質が硬くなるので、軟質材を得る場合は0.05質量%以下とし、硬質材を得る場合は0.05~0.2質量%とする。

【0085】

Si: Siは脱酸に0.05質量%以上必要である。また、耐酸化性には有効に働くが、強力なフェライト形成元素であり、3.6質量%を越えると加工性を

損なうと同時に熱延時のデスケーリングが困難になるため、上限を 3.6 質量%とした。

【0086】

Mn : Mn はオーステナイト安定化元素として有効であると同時に、S を固定して熱間加工性を向上させるために添加される。しかしながら、含有量が 0.05 質量%に満たないとその効果に乏しく、一方 1.0 質量%を超えると材質が硬くなるので軟質材を得る場合は 0.05 ~ 1.0 質量%とし、硬質材を得る場合は 1.0 ~ 5.0 質量%とした。

【0087】

Cr : Cr はステンレス鋼の基本成分であり、優れた耐食性を得るには最低 15 質量%を必要とする。一方、26 質量%を越えると鋼が脆化し、加工性が劣化するので、上限を 26 質量%とした。好ましい範囲は 17 ~ 19 質量%である。

【0088】

Ni : Ni はオーステナイトステンレス鋼の基本成分の一つである。加工性、耐食性に有効な元素であり、5 質量%以上添加される。しかしながら、25 質量%以上を越えて添加してもこれらの効果は飽和に達するので、5 ~ 25 質量%の範囲とする事が望ましい。

【0089】

Mo : Mo は耐食性を向上させる元素であり、必要に応じて添加される。しかしながら、含有量が 2.5 質量%を越えると鋼が硬化し 5.0 質量%を超えると鋼が脆化するので、軟質材を得る場合は上限を 2.5 質量%とし、硬質材を得る場合は上限を 5.0 質量%とした。

【0090】

Cu : Cu はオーステナイトを安定化するとともに、加工性、耐食性を向上させる元素であり、必要に応じて添加される。しかしながら、含有量が軟質材では 2.5 質量%、硬質材では 4.0 質量%を越えて添加してもその効果は飽和に達するので、軟質材を得る場合は上限を 2.5 質量%とし、硬質材を得る場合は上限を 4.0 質量%とした。

【0091】

N: Nは強力なオーステナイト安定化元素であると同時に、耐食性を向上させる元素であり、0.005質量%以上で添加される。軟質材では、0.06質量%を越えて含有すると、光輝焼鈍後の箔材の加工性（高精度な切り出し加工ないし打ち抜きプレス加工性）が劣化し、割れやクラックが発生しやすくなる。一方、硬質材では0.06質量%以下の含有量では十分な強度が得られにくく、0.4質量%を越えて含有すると箔材の加工性（高精度な切り出し加工ないし打ち抜きプレス加工性）が劣化し、割れやクラックが発生しやすくなる。以上のことから、軟質材を得る場合は0.06質量%以下、より好ましくは0.007~0.03質量%の範囲であり、硬質材を得る場合は0.06質量%超~0.4質量%である。

【0092】

さらに、当該ステンレス鋼には、添加微量元素として、Ti、Caなどを含有していてもよい。

【0093】

また当該ステンレス鋼は、上記各成分（上記添加微量元素を含む）を上記範囲（上記添加微量元素の量は、使用目的に応じて適量（通常、Ti: 0.2質量%以下、Ca: 0.0050質量%以下）含有されていればよく、特に制限されるものではない）にて含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物よりなるものである。不可避免的不純物元素としては、P、S、Al、Oなどが挙げられる。不可避免的不純物の量は、通常、P: 0.045質量%以下、Al: 0.05質量%以下、S: 0.030質量%以下、O: 0.01質量%以下である。

【0094】

また、本発明の金属箔チューブでは、肉厚対外径の比（肉厚/外径）が、1/300以下、好ましくは1/500以下であることが望ましい。なお、ここでいう肉厚およびチューブの外径は、許容範囲誤差があることから、複数箇所（例えば、5~10箇所程度）の平均値を用いるものとする。

【0095】

また、金属箔チューブの外径としては、特に制限されるものではなく、使用用途に応じて適宜決定すればよいが、例えば、電子写真式プリンタ、レーザービー

ムプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付け用ロールや現像用ロールは、小型軽量化の要請が強いことから、現状用いられている外径50mm以下に対応しえるものであればよい。特に後述する本発明の製造方法および製造装置では、こうした小型化の要求に十分に対応することができるものであり、小型化によりチューブの曲率が大きくなり、チューブ状に成形する際の加工性が要求されるような場合にも、上記したステンレス箔のうちのオーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材を用いることで、外径10～15mm程度までの小径に十分対応することができるものである。

【0096】

同様に、金属箔チューブの長さとしても、特に制限されるものではなく、使用用途に応じて適宜決定すればよいが、例えば、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付け用ロールや現像用ロールは、小型軽量化の要請が強いことから、現状用いられている長さ500mm以下に対応しえるものであればよい。特に後述する本発明の製造方法および製造装置では、こうした小型化の要求に十分に対応することができるものである。小型化するにつれて許容誤差が占める精度への関与は大きくなるが、本発明では、上記オーステナイト系ステンレス鋼の焼鈍材を用いることで、所定の寸法に切り出す（打ち抜く）際の、歪等を生じ難いため、打ち抜き寸法精度を極めて高いものとすることができ、短筒に十分対応することができるものである。

【0097】

また本発明の金属箔チューブは、60サイクル／min以上の繰り返しサイクルで0.2%以下の歪を与える疲労試験において、 1×10^6 回以上、より好ましくは 2×10^6 回以上の耐久性を有することが望ましい。本発明では、下記に示す電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機、ファクシミリ等の画像形成装置のトナー焼付け用ロールや現像用ロールなどに利用する場合、その疲労試験として、上記に規定する試験が一般になされるが、その場合の耐久性が、およそ100ないし200万回以上であれば、現在求められている部品の耐久性を十分に上回る極めて高い耐久性を具備しえるものである。金属箔

チューブの疲労試験結果が100ないし200万回未満である場合には、既存の金属製薄肉チューブの耐久性を飛躍的に向上させることができない。ここでいう耐久性とは、表面性状にひび割れなどの異常がなく、また接合部にも接合剥離などの異常が認められない状態である場合を良好として、耐久性を有するものとし、逆に異常が認められた場合には耐久性を有しないものとする。ただし、本発明では、使用用途によっては金属箔チューブの疲労試験結果が50万回以上あれば十分に使用可能な場合がある。

【0098】

また、本発明の金属箔チューブの用途としては、特に制限されるべきものではなく、例えば、電子写真式プリンタ、レーザービームプリンタ（LBP）、複写機（コピー機）、ファクシミリなどの画像形成装置のトナー焼付け用ロールや現像用ロールなどに利用することができるが、これらに制限されるべきものではない。

【0099】

＜金属箔チューブの製造装置＞

次に、本実施形態の金属箔チューブの製造装置について説明する。図1（A）は金属箔チューブに成形する金属箔素板の平面図、図1（B）は溶接前の金属箔チューブの断面図、図1（C）は、接合部が直線状になるように溶接して得られた金属箔チューブの斜視図、図1（D）は、接合部がスパイラル状になるように溶接して得られた金属箔チューブの斜視図である。図2は本発明の実施形態に係る金属箔チューブ製造装置の概略側面図、図3は図2の平面図、図4は図3の4-4線に沿う断面図である。

【0100】

本実施形態で使用する金属箔素板Wは、図1（A）（B）に示すように、全体形状が矩形状であり、例えば、長さ S_1 が1m、幅 S_2 が100mm程度であるが、板厚 t は、10～100 μ mという極めて薄いものである。本実施形態では、この金属箔素板Wを断面円形に丸め、対向辺端部を重ね合せ、この重ね合わせ部Gに対し溶接を施し、金属箔チューブPに成形する。この金属箔チューブPは、例えば、コピー機の定着ローラをはじめ、種々の装置に適用できる。

【0101】

本実施形態に係る金属箔チューブ製造装置は、大別すれば、成形部10と溶接部30とを有している。成形部10は、矩形の金属箔素板Wを一挙に円筒状に丸めるのではなく、内型に相当する芯棒13の周囲に外型に相当する成形体15により段階的に密着させ円筒状に成形し、溶接部30は、金属箔素板Wの対向辺端部の重ね合わせ部Gを溶接する。

【0102】

まず、成形部10について述べる。図2、3において、成形部10は、基台11に立設された支持部12に片持ち支持された円柱状の芯棒13と、芯棒13の下位に位置し、金属箔素板Wを保持すると共に芯棒13の外周面に巻き付ける成形体15と、この金属箔素板Wを芯棒13に対して位置決めする位置決め部材16とを有している。

【0103】

芯棒13は、金属箔素板Wの長手方向長さ S_1 より多少長く、太さは、金属箔素板Wの幅方向の長さ S_2 が1周する程度であるが、この芯棒13に関しては、後に詳述する。

【0104】

成形体15は、図4に示すように、位置決め部材16と、保持板17と、第1押圧部材18と、第2押圧部材19とを有している。位置決め部材16は略Wの中央と芯棒13の下面中央を位置決めする部材である。保持板17は、芯棒13の下位に位置し、芯棒13と常に平行状態を保って近接離間するように、基台11上に設けられたシリンダ C_1 と連結されている。この保持板17は、上面がフラットで、中央に芯棒13が嵌合し得る程度の半円形状の凹部20が形成され、この凹部20と芯棒13とを合体することにより金属箔素板Wを変形し、芯棒13の下面部分にU字状に巻き付けるようにしている。

【0105】

第1押圧部材18は、U字状に変形された金属箔素板Wの、芯棒13の側面に立設された状態の片を、芯棒13の外周に押圧し密着させるものである。この第1押圧部材18は、図4に示すように、保持板17上において芯棒13の左方に

位置し、シリンダC₂により芯棒13の軸線に直交する方向で近接離間するようになっている。

【0106】

第2押圧部材19も、第1押圧部材18と同様な構成であり、芯棒13を中心に前記第1押圧部材18と対称位置に設けられ、シリンダC₃により芯棒13に対し近接離間するように作動し、U字状の金属箔素板Wの他片を芯棒13の外周に向かって押圧する。

【0107】

これら位置決め部材16、保持板17、第1押圧部材18及び第2押圧部材19の共働で、金属箔素板Wを芯棒13の外周面に巻き付け、芯棒13の上面で金属箔素板Wの対向辺端部、つまり幅方向の両端部が重ね合わされた重ね合わせ部Gを形成する。

【0108】

なお、この成形体15の保持板17上への金属箔素板Wの搬入は、例えば、負圧吸着手段などのような適当な搬送手段（図示せず）により行なわれる。

【0109】

前記位置決め部材16は、成形体15の中央に形成された半円形状の凹部20に開設された通孔21を挿通するロッドで、芯棒13の下位で軸方向の基端部、中央部及び先端部に位置し、それぞれシリンダC₄により芯棒13の下面に近接離間するように設けられている。

【0110】

位置決め部材16は、この近接時に芯棒13の下面に当接し、金属箔素板Wを押圧することにより当該金属箔素板Wを位置固定に保持する。位置決め部材16が作動するタイミングとしては、保持板17の上面に載置された金属箔素板Wが、保持板17の上動により押し上げられ、芯棒13に線接触した時点である。

【0111】

しかし、位置決め部材16により位置決めしたとしても、芯棒13の下端から先端まで均一な幅の重ね合わせ部Gが形成されるとは限らない。したがって、本実施形態の成形部10では、重ね合わせ部Gの重ね代x（図1B参照）を調整す

るための重ね代調整手段 22 (図 5 参照) が設けられている。ここに、図 5 は図 4 に要部拡大断面図である。

【0112】

重ね代調整手段 22 は、第 2 押圧部材 19 による押圧完了前に、対向辺相互の重ね合わせ部 G の重ね代 x が所定値、例えば、0.1 mm 程度となるように、金属箔素板 W を半径 (放射) 方向に変位する。

【0113】

さらに具体的にいえば、重ね代調整手段 22 は、図 5 に示すように、芯棒 13 の内部に、少なくとも芯棒 13 の基端と先端に偏心装置 (カムまたはローラなど) 23 を設け、この偏心装置 (カムまたはローラなど) 23 を駆動装置 (モータなど) M_1 により駆動し、金属箔素板 W を半径方向に変位させるようにしたものである。

【0114】

この偏心装置 (カムまたはローラなど) 23 の回転量は、制御部 24 からの信号で制御され、重ね代 x が所定値となるようにしている。制御部 24 は、重ね合わせ部 G の重ね代 x を検知する検知装置 (CCD カメラなど) 25 と、これをモニターし、前記所定値と比較して制御量を決定する演算部 26 とを有している。


【0115】

なお、駆動装置 (モータなど) M_1 は、芯棒 13 の基端部に設け、基端、中央、先端等複数設けられた偏心装置 (カムまたはローラなど) 23 を一括作動しても良いが、各偏心装置 (カムまたはローラなど) 23 を個々独立に作動し、重ね代 x を調整しても良い。

【0116】

ただし、本発明は、これのみに限定されるものではない。例えば、他の重ね代調整手段 22 としては、図 5 に一点鎖線で示すように、前記偏心装置 (カムまたはローラなど) 23 を芯棒 13 の外部に設けてもよい。また、金属箔素板 W が芯棒 13 に密着していない非密着部分が生じるように芯棒 13 の周囲に設け、加圧部材により加圧し、金属箔素板 W を半径方向に変位してもよい。

【0117】



さらに、図6に略示するように、芯棒13に形成した凹部24に向かって芯棒13の外部に設けた加圧部材25で、金属箔素板Wが、図上破線で示すように、半径方向に変位するように加圧してもよい。これら加圧部材としては、カム、ロール、円筒体あるいは棒状部材のいずれでもよい。

【0118】

実験では、重ね代 x は、板厚 t の3倍以下、より好ましくは2倍以下であることが判明している。

【0119】

次に、溶接部30について述べる。本実施形態における溶接は、抵抗溶接法である。きわめて薄い金属箔素板Wを溶接するので、制御しやすい溶接方法でなければならないからである。特に、抵抗溶接法の内、シーム溶接法が好ましく、より好ましくは、マッシュシーム溶接である。この溶接を使用すると、溶接部分と他の部分との間の硬度差が少なく好ましい結果が得られた。なお、レーザー溶接またはプラズマ溶接などを使用すれば、硬度差が30%以上となり、実用的でないことが判明している。

【0120】


図6は本実施形態の溶接状態を示す拡大断面図である。溶接部30は、図6に示すように、芯棒13の外面に軸方向に沿って設けられた導電性の固定電極部材31と、固定電極部材31に対向して設けられた導電性の可動電極部材32とから構成され、両電極部材間に金属箔素板Wの重ね合わせ部Gを挟持して溶接する。

【0121】

固定電極部材31は、芯棒13の外面に軸方向に沿って形成された溝33内に設けられた導電性のものである。一方、可動電極部材33は、重ね合わせ部Gを加圧しつつ回転移動する導電性の電極輪（符号「32」を使用）である。

【0122】

この固定電極部材31は、芯棒13の頂部に設けられた溝33内に設けられた銅材により構成されているが、この上を電極輪32が転動しつつ溶接を行なうので、固定電極部材31の上面は、全体的に平坦面に形成されていることが好まし



い。このため、固定電極部材 31 としては、例えば、扁平化銅ワイヤを使用されている。ただし、上面全体が平坦面である必要はなく、一部が平坦面であってもよい。一方、電極輪 32 も固定電極部材 31 の上面が平坦面であれば、外周面は平坦面とすることが好ましいが、固定電極部材 31 の上面が円弧面であれば、外周面は中凹状のもの、つまり太鼓状をしたものが好ましい。この場合の曲率半径は、固定電極部材 31 の円弧状の面の曲率半径より大きいことが好ましい。

【0123】

電極輪 32 は、図 4 に示すように、導電性のフランジ状回転部材 34 を介して電源供給部材 35 と接続されているが、電源供給部材 35 は非導電性のブラケット 36 に支持されている。このブラケット 36 は、シリンダ C₅ により昇降可能に連結されている。シリンダ C₅ は、移動ブロック 37 に取り付けられているが、この移動ブロック 37 は、一对のガイド棒 38 (図 3 参照) により摺動可能に支持され、中央を挿通するように設けられたねじ軸 39 により芯棒 13 の軸線に沿って移動するようになっている。ねじ軸 39 は、支持台 40, 41 上に設けられた軸受部 42 により支持され、カップリング 43 を介して連結された駆動装置 (モータなど) M₂ により回転される。つまり、電極輪 32 は、シリンダ C₅ により昇降しつつねじ軸 39 及び駆動装置 (モータなど) M₂ により芯棒 13 の基端から先端まで移動するようになっている。

【0124】

各電極部材 31, 32 の硬度は、片当たりや偏摩耗を防止し、長期にわたり確実な溶接ができるように、金属箔素板 W の硬度とほぼ同じにすることが好ましい。ビッカース硬さ HV で言えば、180 以下であれば、電極の傷みが少ないことが実験で判明している。高温強度やクリープ強度を高めるために、固定電極部材 31 及び可動電極部材 33 を、少なくともその一部がモリブデンにより構成してもよい。

【0125】

本実施形態では、10～100 μm というきわめて薄い金属箔素板 W の 0.1 mm という小さな重ね代 x の重ね合わせ部 G を溶接するので、その電流値及び送り速度が問題であるが、実験では、電流値は、700～1500 アンペア程度、

電圧 0.5～2.0 ボルト、送り速度 0.3～1.5 m/分程度が最も良好な結果が得られた。

【0126】

ただし、電流を流すと溶接部 30 は加熱され、長時間にわたって溶接作業をすると、この熱により薄い金属箔素板 W が変形し、良好な溶接が不可能となる虞があり、また、比較的長尺な芯棒 13 の外周面に金属箔素板 W を巻回し、金属箔チューブ P を成形するので、この金属箔チューブ P の剥離あるいは取り出しも問題である。

【0127】

そこで、本実施形態では、この冷却問題と取り出しの問題を一挙に解決する手段として、前記芯棒 13 自体に種々の対策を施している。

【0128】

まず、芯棒 13 は、金属箔素板 W を断面円形に成形する型材としても機能するものであるために、全体的には断面形状が円形であるが、図 6 に示すように、中心部分には、断面 Y 字状をした通常の機械構造用炭素鋼からなる芯部 13a が設けられ、この芯部 13a 上には、前記固定電極部材 31 を保持する強度的に優れたクロム鋼からなる電極支持部 13b が取り付けられ、芯部 13a の側部には全体を断面円形に仕上げる側板部 13c が設けられている。

【0129】

このようにすることにより固定電極部材 31 が摩耗しても交換しやすく、全体を断面円形に成形する場合の成形も容易となる。

【0130】

また、芯棒 13 の内部には、図 6, 7 に示すように、流体通路 45 が形成されている。流体通路 40 は、芯棒 13 の軸線に沿って中心部分に形成された中心通路 45a と、中心通路 40a から半径方向に形成された分岐通路 45b とから構成されている。なお、図 7 は芯棒の軸線に沿う概略断面図である。

【0131】

流体通路 45 には、芯棒 13 の端部にロータリジョイント 46 (図 2 参照) を介して連結された配管 47 から空気を導入し、この空気により芯棒 13 を冷却す

るとともに、分岐通路 45b から空気を噴出し、これにより金属箔チューブ P を芯棒 13 の表面から浮き上がらせて取り外し易くしている。

【0132】

空気を使用すれば、作業性も良く清潔な作業環境となる効果もあるが、これのみに限定されるものではなく、他の流体、例えば、水あるいは切削油等も使用することも可能である。

【0133】

さらに、芯棒 13 から金属箔チューブ P を取り外し易くするには、芯棒 13 の外周面に軸線方向に伸延するように形成された切り欠き部 R (図 6 参照) を設けても良い。金属箔素板 W と芯棒 13 との密着面積が低減し、一層金属箔チューブ P の取り外しが容易となる。

【0134】

この取り外しに関しては、芯棒 13 自体を複数の部材により構成し、金属箔チューブ P の成形後、これを分解するようにしても良い。図 8 は芯棒の他の例を示す軸線に沿う概略断面図である。例えば、図 8 に示すように、芯棒 13 を軸線と交差するテーパ面 50 で 2 つの芯棒部材 13d、13e に分割し、金属箔チューブ成形後に、一方の芯棒部材 13e を他方の芯棒部材 13d に対し軸方向にスライドし、金属箔チューブ P を芯棒 13 から剥離してもよい。ただし、このような分割した芯棒 13 を用いて取り外す場合は、芯棒 13 は、両端で支持し、一方を軸方向に移動可能に構成することが好ましい。

【0135】

上記実施形態により得られた、金属箔チューブは、図 1 (C) に示すように、重ね合わせ部 G が直線状に溶接された接合部を有する金属箔チューブを得ることができる。ただし、本発明では、これらに制限されるべきものではなく、例えば、図 1 (D) に示すように、重ね合わせ部 G' がスライラル状に溶接された接合部を有する金属箔チューブを得ることもできる。この場合には、例えば、適当な厚さの金属箔を適当な幅にスリットし、これを銅合金製の電極棒の周りにスパイラル状に巻きつける。この際、箔と箔の重ね代 x を検出装置を用いて 0.1mm 程度に調整する。さらに該電極棒を回転させながら左右に摺動させ、該重ね合わ

せ部の上をもうひとつの銅合金製の電極ローラーが転動しながら前記の電極棒との間に通電して、電気抵抗溶接（このましくはシーム溶接、より好ましくはマッシュシーム溶接）を行えばよい。その後、このチューブを適宜な長さに切断し、必要に応じて接合部付近の内外面を研磨して、所望の金属箔チューブを得ることができるものである。

【0136】

<金属箔チューブの製造方法>

このように構成された金属箔チューブの製造装置の作用とともに金属箔チューブの製造方法について説明する。

【0137】

<成形工程>

板厚が10～100 μ mの金属箔素板Wは、負圧吸着手段などの搬送手段により成形体15の保持板17上に載置される。金属箔素板Wは、図示しないガイド部材により保持され、その中心線が芯棒13の中心軸線、保持板17に形成された凹部20の中心線と一致するようにセットされる。

【0138】

この状態から保持板17がシリンダC₁により上昇を開始するが、保持板17は、芯棒13と常に平行な位置を保っている。したがって、金属箔素板Wが芯棒13に接した時点では、芯棒13を中心として金属箔素板Wはほぼ同じ幅になっている。金属箔素板Wが芯棒13に接すると、位置決め部材16が作動する。

【0139】

位置決め部材16は、シリンダC₄によりロッドが作動し、下方から芯棒13の中央に当接し、芯棒13とロッド先端との間で金属箔素板Wを挟持する。この挟持は、芯棒13の基端、中央、先端で行なわれるので、金属箔素板Wの全長で芯棒13と接することになる。これにより金属箔素板Wは、その幅方向ほぼ中央で位置決めされたことになる。

【0140】

この位置決め後、さらにシリンダC₁を作動すると、保持板17は上昇し、保持板17の凹部20内に芯棒13が入り始める。この結果、金属箔素板Wは、次

第にU字状に変形される。そして、芯棒13が凹部20内に入ると、金属箔素板Wは、芯棒13の下半分の外周面に巻き付いた部分と、側面より立設された状態の一对の片に変形される。

【0141】

この一方の片に向かって第1押圧部材18がシリンダC₃の作動により突出される。この突出は、その先端の円弧面部分18aが芯棒13の外周に接するまで行なわれ、この円弧面部分18aで芯棒13の外周面に金属箔素板Wの一片を押し付け密着させる。

【0142】

次に、第2押圧部材19も同様にシリンダC₃により作動され、先端の円弧面部分19aが芯棒13の外周に接するまで金属箔素板Wの他片を押圧するが、この押圧は最終段階の手前で停止し、金属箔素板Wが芯棒13に完全に密着しない状態とする。

【0143】

つまり、金属箔素板Wは芯棒13の周囲に巻き付けられ、芯棒13の頂部において対向辺端部が重ね合わされた重ね合わせ部Gを形成するが、前記他片は完全に位置固定された状態ではなく、変位可能な状態とする。

【0144】

この変位可能な状態で重ね合わせ部Gの重ね代 x を調整する。この調整は、制御部24の検知装置(CCDカメラなど)25が重ね代 x 量を検知し、これを演算部26で所定値と比較し、正常かどうか判断し、正常でない場合は、駆動装置(モータなど)M₁を駆動して偏心装置(カムまたはローラなど)23を回転し、金属箔素板Wを半径(放射)方向に変位させる。

【0145】

重ね合わせ部Gにおける重ね代 x が板厚 t の3倍以下、好ましくは2倍以下になると、重ね代 x の調整は完了する。この状態で、第2押圧部材19がシリンダC₃により作動し、金属箔素板Wの他片を芯棒13に完全に密着押圧する。これにより金属箔素板Wが位置固定的に芯棒13に保持された状態になる。

【0146】

<溶接工程>

金属箔素板Wの保持が完了すると、重ね合わせ部Gの位置は、第1押圧部材18の先端と第2押圧部材19の先端との間であって、固定電極部材31の直上であり、電極輪32は、この第1押圧部材18と第2押圧部材19との間で昇降可能であるため、溶接を開始できる。

【0147】

この溶接の開始時点で、電極輪32を芯棒13の基端に位置しておき、全体を溶接すれば、精度の良い溶接が可能となる。

【0148】

溶接は、まず、シリンダC₅の作動から行なわれる。シリンダC₅が作動すると、そのピストンロッドが下降し、ブラケット36、電源供給部材35、フランジ状回転部材34を介して電極輪32が下降する。電極輪32は、第1押圧部材18の先端と第2押圧部材19の先端との間に入り込み、固定電極部材31との間で重ね合わせ部Gを挟持する。

【0149】

この挟持とともに固定電極部材31と電極輪32との間で通電すると、重ね合わせ部Gがウェルドし、相互に溶接されるが、同時に駆動装置（モータなど）M₂も動作し、ねじ軸39が回転し、移動ブロック37が移動を開始する。これにより電極輪32が重ね合わせ部G上を0.3～1.5m/分程度で移動し、金属箔素板Wの端部まで溶接する。

【0150】

また、場合によっては、電極輪32を芯棒13の先端に位置しておき、溶接しながら金属箔チューブPを引き出すようにしても良い。このようにすれば、迅速で作業性の良い溶接が可能となる。

【0151】

<仕上げ工程>

溶接が完了すると、この溶接した部分を平滑に仕上げる。この仕上げは、砥石による研磨あるいはラッピング、ローラバニッシングによる押しつぶし等により金属箔チューブPの表面が平滑な面となるまで行なわれるが、公知に属するため

説明は省略する。

【0152】

そして、芯棒13から金属箔チューブPの取り外しが行なわれる。この取り外しは、芯棒13の端部から空気を流体通路45に供給し、芯棒13の軸線に沿った中心通路45aから分岐通路45bを通して半径方向に空気を噴出すことにより芯棒13から金属箔チューブPを剥離する。僅かでも芯棒13と金属箔チューブPとの間に空気が流れると、金属箔チューブPは芯棒13から容易に取り外すことができる。ただし、この取り外し後に、前記仕上げを行なっても良い。

【0153】

上述した実施形態では、固定電極部材上を可動電極部材が走行するか金属箔チューブPを移動させるものであるが、本発明は、これのみでなく両電極部材が相対的に移動する場合あるいは両電極部材と金属箔チューブPが相対的に移動する場合であっても良い。

【0154】

【実施例】

本発明の効果を、以下の実施例および比較例を用いて説明する。ただし、本発明の技術的範囲が以下の実施例に限定されるものではない。なお、特に単位を示さない寸法単位は、「mm」単位とする。

【0155】

実施例1

圧延ロール表面粗さを適正に制御して、SUS410L(11Cr-0.02C)のステンレス鋼を、箔の表面粗さ R_z が $1.5\mu\text{m}$ 及び $0.8\mu\text{m}$ になるようにそれぞれ $40\mu\text{m}$ の厚さに圧延し、圧延のままの材料を $94.3\text{L}\times 250\text{W}$ に切断した。この2種の表面粗さを有する箔を各々 30Φ の銅合金の治具に巻き付け $100\mu\text{m}$ の重ね代の部分をマッシュルーム溶接により接合した。この際、両方(表面粗さ R_z が $1.5\mu\text{m}$ のチューブと、表面粗さ R_z が $0.8\mu\text{m}$ のチューブ)の接合部周辺を切り出し、埋め込み研磨して、母材部の硬度がHvで270前後であり、接合部の硬度がHvで230前後であることをそれぞれ確認した。両者の研磨試料をエッチングして金属組織を調べた結果、両者共に接合部

には溶融凝固相はなく、接合面は固相接合状態でここに低炭素マルテンサイト相がみられた。なお接合部の厚さは両方とも $55\mu\text{m}$ であった。この両方のチューブ（図 1（C）参照のこと）を各々 50mm の長さに切断し接合部周辺の内外面を研磨して、両方とも接合部の厚さを $42\mu\text{m}$ 程度にした。両者とも固めのスポンジ円筒を差込み、これを $120\Phi\times 80\text{L}$ の鋼製ローラーの表面に押し付けながら回転させて疲労寿命を調べた。この際の試験チューブ回転速度は 120rpm で、鋼製ローラーに最も押し付けられた状態で、試験チューブは約 4mm 潰される状態であった。このときの試験チューブ表面に加わる歪は 0.17% であった。試験の結果、両方のチューブ（表面粗さ R_z が $1.5\mu\text{m}$ のチューブと、表面粗さ R_z が $0.8\mu\text{m}$ のチューブ）とも 100 万回以上の回転をした後も試験チューブに異常は見られなかった。

【0156】

実施例 2

表面粗さ R_z が $1.0\mu\text{m}$ 及び $0.5\mu\text{m}$ の SUS316L（ $16\text{Cr}-12\text{Ni}-2\text{Mo}$ ）の $30\mu\text{m}$ の厚さの焼鈍箔をそれぞれ 60mm の幅にスリットし、これを前記の 30Φ の銅合金製の電極棒の周りにスパイラル状に巻きつけた。この際も、表面粗さ R_z が $1.0\mu\text{m}$ のものと、表面粗さ R_z が $0.5\mu\text{m}$ ものの両方につき、箔と箔の重なり代を $100\mu\text{m}$ になるようにそれぞれ調整した。さらに該電極棒を回転させながら左右に摺動させ、該重ね合わせ部の上をもうひとつの銅合金電極ローラーが転動しながら前記の電極棒との間に通電して、マッシュルーム溶接を行った。実施例 1 と同様にして両方の接合部周辺の硬度を調べた結果、両方とも母材部で $H_v 200$ 前後、接合部で 245 前後であった。また金属組織を調べ、両者共に溶融凝固相のないことを確認した。さらにこの両方のチューブ（図 1（D）参照のこと）を各々 50mm の長さに切断し、接合部付近の内外面を研磨して、実施例 1 と同じやり方で疲労試験を行った。

【0157】

なお試験で試験チューブ表面に加わる歪は 0.13% であった。その結果、この両方のチューブ（表面粗さ R_z が $1.0\mu\text{m}$ のチューブと、表面粗さ R_z が $0.5\mu\text{m}$ のチューブ）とも 100 万回以上の疲労試験に耐えた。

【0158】

実施例 3

表面粗さ R_z が $0.3\ \mu\text{m}$ 及び $0.8\ \mu\text{m}$ の SUS304 (18Cr-8Ni) の $50\ \mu\text{m}$ 厚さの完全焼鈍箔を用いて、実施例 1 と同様な方法で 2 種の箔チューブを作成した。なおこのステンレス箔は Ar-H₂ 雰囲気中で焼鈍され、表面の窒素濃度は 1.2% であった。両方 (表面粗さ R_z が $0.3\ \mu\text{m}$ のチューブと、表面粗さ R_z が $0.8\ \mu\text{m}$ のチューブ) とも接合部の厚さは $75\ \mu\text{m}$ であったのを、内外面の研磨により $60\ \mu\text{m}$ にした。この場合の母材部の硬さは両方共に Hv で 178 前後で、接合部は Hv で 220 前後であった。実施例 1 と同様にして疲労試験を行った結果、この両方のチューブ (表面粗さ R_z が $0.3\ \mu\text{m}$ のチューブと、表面粗さ R_z が $0.8\ \mu\text{m}$ のチューブ) とも 100 万回以上の疲労試験に耐えた。

【0159】

実施例 4

表面粗さ R_z が $0.34\ \mu\text{m}$ の SUS304 (18Cr-8Ni) の $50\ \mu\text{m}$ 厚さの完全焼鈍箔を用いて、実施例 1 と同様な方法で箔チューブを作成した。なおこのステンレス箔はアンモニア分解ガス中で焼鈍され、表面の窒素濃度は 4.4% であった。接合部の厚さは $77\ \mu\text{m}$ であったのを、内外面の研磨により $60\ \mu\text{m}$ にした。この場合の母材部の硬さは Hv で 190 前後で、接合部は Hv で 230 前後であった。実施例 1 と同様にして疲労試験を行った結果、このチューブは 50 万回の時点で母材の表面に微細なクラックが生じたため疲労試験を中止したが、使用用途によっては 50 万回までの耐久性を備えるものであり、用途によっては十分に使用可能である。

【0160】

実施例 5

表面粗さ R_z が $0.5\ \mu\text{m}$ の SUS304 (18Cr-8Ni) の $50\ \mu\text{m}$ 厚さのハード材を用いて、実施例 1 と同様な方法で箔チューブを作成した。接合部の厚さは $90\ \mu\text{m}$ であったのを、内外面の研磨により $60\ \mu\text{m}$ にした。この場合の母材部の硬さは Hv で 410 前後で、接合部は Hv で 230 前後であり、接合

部と母材部の硬度差は母材硬度の43%であった。実施例1と同様にして疲労試験を行った結果、このチューブは50万回の時点で接合部と母材の境界部にクラックが生じて破断した。この場合も使用用途によっては50万回までの耐久性を備えるものであり、用途によっては十分に使用可能である。

【0161】

実施例6

表面粗さ R_z が $0.7\mu\text{m}$ のSUS420J1(13Cr-0.18C)の $20\mu\text{m}$ 厚さの圧延ままの箔を用いて、実施例1と同様な方法で箔チューブを作成した。接合部の厚さは $32\mu\text{m}$ であったのを、内外面の研磨により $23\mu\text{m}$ にした。この場合の母材部の硬さはHvで340前後で、接合部はHvで315前後であった。実施例1と同様にして疲労試験を行った結果、このチューブは200万回以上の疲労試験に耐えた。

【0162】

実施例7

表面粗さ R_z が $0.9\mu\text{m}$ のSUS630(17Cr-4Ni-4Cu-0.2Nb-0.1Ta)の $20\mu\text{m}$ 厚さの圧延ままの箔を用いて、実施例1と同様な方法で箔チューブを作成した。接合部の厚さは $35\mu\text{m}$ であったのを、内外面の研磨により $26\mu\text{m}$ にした。その後真空熱処理炉で 1040°C に加熱した後冷却過程で 480°C で1時間均熱して析出硬化させた。この場合の母材部と溶接部の硬さはほぼ同じで、Hvで380前後であった。実施例1と同様にして疲労試験を行った結果、このチューブは200万回以上の疲労試験に耐えた。

【0163】

実施例8

表面粗さ R_z が $0.85\mu\text{m}$ のYUS170(新日鐵規格:24Cr-12Ni-0.7Mo-0.35N)の $25\mu\text{m}$ 厚さの圧延ままの箔を用いて、実施例1と同様な方法で箔チューブを作成した。接合部の厚さは $30\mu\text{m}$ であったのを、内外面の研磨により $22\mu\text{m}$ にした。この場合の母材部の硬さはHvで290前後で、接合部はHvで220前後であった。実施例1と同様にして疲労試験を行った結果、このチューブは100万回以上の疲労試験に耐えた。

【0164】

比較例 1

実施例 1～8 において、それぞれのステンレス鋼箔を電気抵抗溶接（マッシュシーム溶接）に代えてレーザー溶接で接合した以外は、実施例 1～8 と同様にし、各ステンレス鋼箔材料について箔チューブを作成して疲労試験を行ったが、いずれの場合にも 10 万～30 万回で接合部と母材の境界部にクラックが生じて破断した。

【0165】

比較例 2

実施例 1～8 において、それぞれのステンレス鋼箔を電気抵抗溶接（マッシュシーム溶接）に代えてプラズマ溶接で接合した以外は、実施例 1～8 と同様にし、各ステンレス鋼箔材料について箔チューブを作成して疲労試験を行ったが、いずれの場合にも 10 万～30 万回で接合部と母材の境界部にクラックが生じて破断した。


【0166】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明の金属箔チューブでは、従来法のように金属板をプレス加工やレーザー溶接、プラズマ溶接などでチューブ状（の素管）に接合し、この素管を薄肉化技術（例えば、しごき加工、スピニング加工、引き抜き加工、バルジ加工など）により薄肉チューブに加工する場合に比して、薄肉化に関しては、金属板を圧延しさらに必要に応じて焼鈍や熱処理することで、所望の厚さの金属箔やチューブを量産化することができるため、素管ごとに薄肉化する場合に比して生産コストを格段に下げることができる。

【0167】

また、従来法では、プレス加工やレーザー溶接、プラズマ溶接などにより円筒状に作製した素管を薄肉化する際に、素管表面に強い機械的な応力が加わるために、どうしても肌あれ（表面平滑性の低下）が避けられないが、本発明では、圧延処理にて表面平滑性に優れた金属箔に仕上げることができ、さらに該金属箔を薄肉化加工を施すことなく、そのまま用いることができるため、優れた表面平滑



性を保持し得る点でも有利である。

【0168】

さらに、本発明では、金属箔溶接を電気抵抗溶接法とするチューブであるため、制御が簡単で、極めて薄い金属箔チューブの製造を良好に行なうことができる。そのため、従来のレーザー溶接及びプラズマ溶接などで素管を形成し、これを薄肉化した薄肉チューブに比して、接合部の硬度と非接合部の硬度との硬度差を小さくすることができ、接合部と非接合部の境界部での金属疲労などにより耐久性の低下を抑えることができる。また、溶接部の溶接剥離も、従来のレーザー溶接及びプラズマ溶接などで素管を形成し、これを薄肉化した薄肉チューブでは、薄肉化の際に当該溶接部に大きな負荷が加わるため、その後の使用により溶接剥離を生じ易いが、本発明では、溶接後に大きな負荷を加えなくてもよいため、当該溶接部での溶接剥離などの問題を生じにくくできる点でも有利である。

【0169】

また、本発明では、使用用途に応じて、金属箔として任意の材料を選択することができる点で有利である。すなわち、本発明では、硬質材から軟質材まで既存の材料を用いることができ、使用用途に応じて、高弾性、高剛性、軽量化、極薄化、高熱伝導性などの要求性能を満足する材料を適宜選択することができるものである。

【0170】

本発明の金属箔チューブの製造方法は、板厚が $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の金属箔素板であっても、重ね合わせ部を形成するように成形した後、その対向辺を溶接し、この溶接部分を平滑に仕上げるので、極めて薄い金属箔であっても確実にチューブ状に仕上げることができる。

【0171】

成形は、金属箔を一挙に丸めるのではなく、位置決めした後に電極を有する芯棒に巻き付け、その後重ね合わせ部を形成した後に溶接するので、極めて精密な成形ができ、溶接も容易となる。この重ね合わせ部も重ね代を調整しながら形成するので、一層精密な成形が可能となる。重ね代が板厚の3倍以下であれば、極めて薄い金属箔でも両端を溶接連結ができる。

【0172】

溶接は、抵抗溶接法であるため、制御が簡単で、極めて薄い金属箔の製造を良好に行なうことができる。また、内型となる芯棒に固定電極部材を設け、この固定電極部材に対向して可動電極部材を設け、両者間で通電すれば、金属箔の両端を精度良く連結できる。

【0173】

本発明製造装置は、軸直角断面円形の芯棒の周囲に、近接離間可能な金属箔素板を保持する成形体を設けたので、板厚が $10 \sim 100 \mu\text{m}$ という極めて薄い金属箔であっても、重ね合わせ部を形成するように成形した後に、その対向辺を溶接し、確実にチューブ状に仕上げることもできる。

【0174】

成形は、金属箔素板をU字状とする保持板と、各片を芯棒の外周に密着するように押圧する第1押圧部材及び第2押圧部材とにより芯棒に巻き付けつつ位置決めし、対向辺端部を重ね合わせるので、極めて精密な成形ができ、後の溶接も容易となる。

【0175】


重ね合わせ部の重ね代調整も、芯棒の内部あるいは外部に設けた偏心装置（カムまたはローラなど）、金属箔素板の非密着部分を加圧するかあるいは芯棒に形成した凹部に向かって金属箔素板を押し込む加圧部材により行なうようにしたので、一層精密な成形が可能となる。

【0176】

溶接は、内型となる芯棒に固定電極部材を設け、この固定電極部材に対向して可動電極部材を設け、両者間で通電するので、金属箔の両端を精度良く連結できる。また、可動電極部材を電極輪とすれば、円滑で精度の良い溶接が可能となり、各電極部材の硬度と金属箔素板の硬度をほぼ同じにすれば、長期的に精度の良い溶接が可能となる。

【0177】

成形後の金属箔チューブも芯棒内から半径方向に流体を噴出するか、分割した芯棒を用いて取り外すと、金属箔チューブが芯棒から剥離し易く、極めて薄い金



属箔チューブでも容易に取り外し可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 (A) は金属箔チューブに成形する金属箔素板の平面図、(B) は溶接前の金属箔チューブの断面図、(C) は、接合部が直線状の金属箔チューブの斜視図、(D) は、接合部がスパイラル状の金属箔チューブの斜視図である。

【図 2】 本発明の実施形態に係る金属箔チューブ製造装置の概略側面図である。

【図 3】 図 2 の平面図である。

【図 4】 図 3 の 4-4 線に沿う断面図である。

【図 5】 図 4 に要部拡大断面図である。


【図 6】 本実施形態の溶接状態を示す拡大断面図である。

【図 7】 芯棒の軸線に沿う概略断面図である。

【図 8】 芯棒の他の例を示す概略図である。

【符号の説明】

- 13…芯棒、
- 13d, 13e…芯棒部材、
- 15…成形体、
- 16…位置決め部材、
- 17…保持板、
- 18…第 1 押圧部材、
- 19…第 2 押圧部材、
- 20…凹部、
- 22…重ね代調整手段、
- 23…偏心装置（カムまたはローラなど）、
- 25…加圧部材、
- 24…凹部、
- 31…固定電極部材、
- 32…可動電極部材（電極輪）、

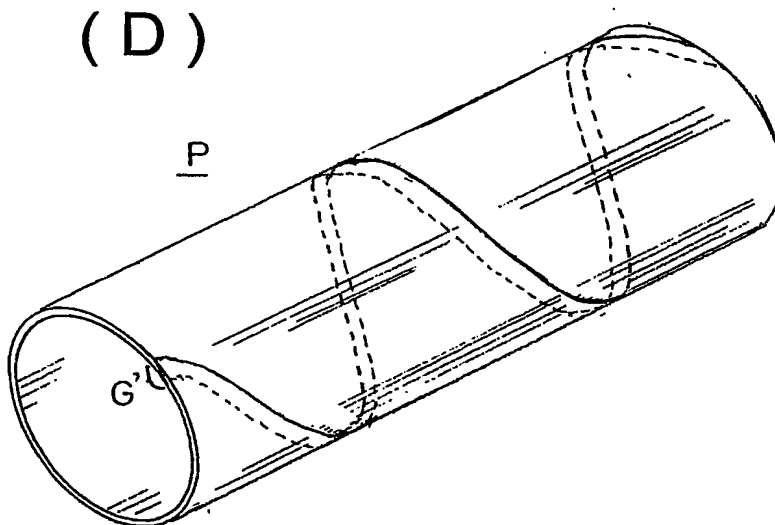
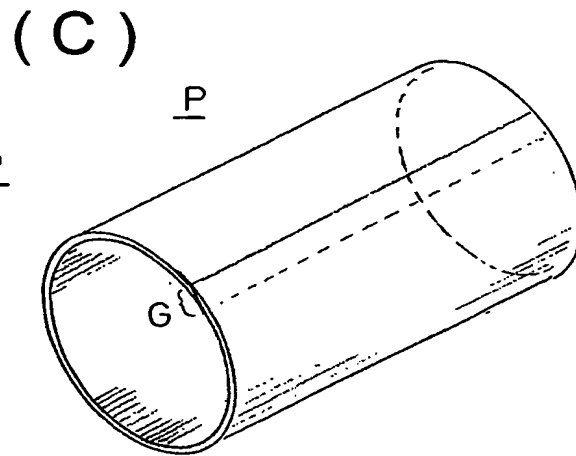
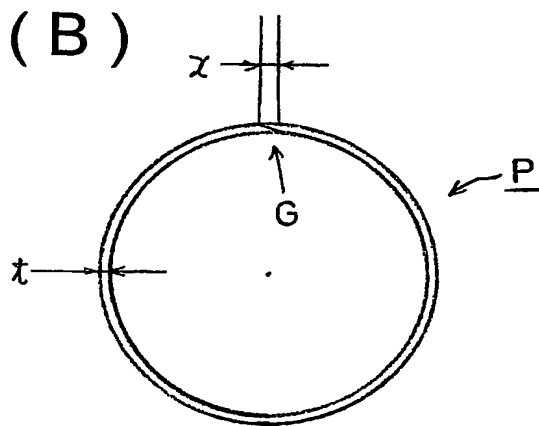
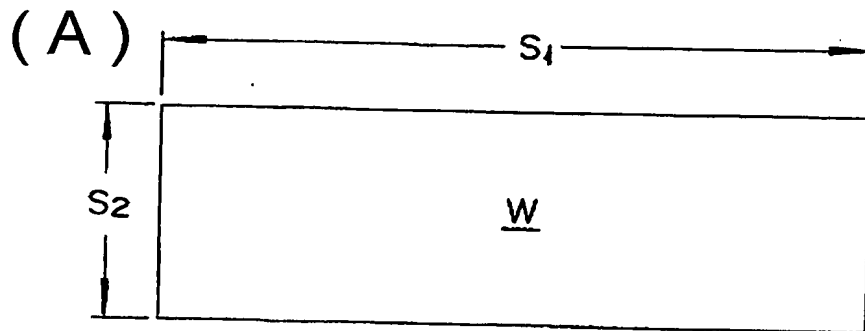


4 5…流体通路、
G、G'…重ね合わせ部、
P…金属箔チューブ、
R…切り欠き部、
t…板厚、
W…金属箔素板、
x…重ね代。

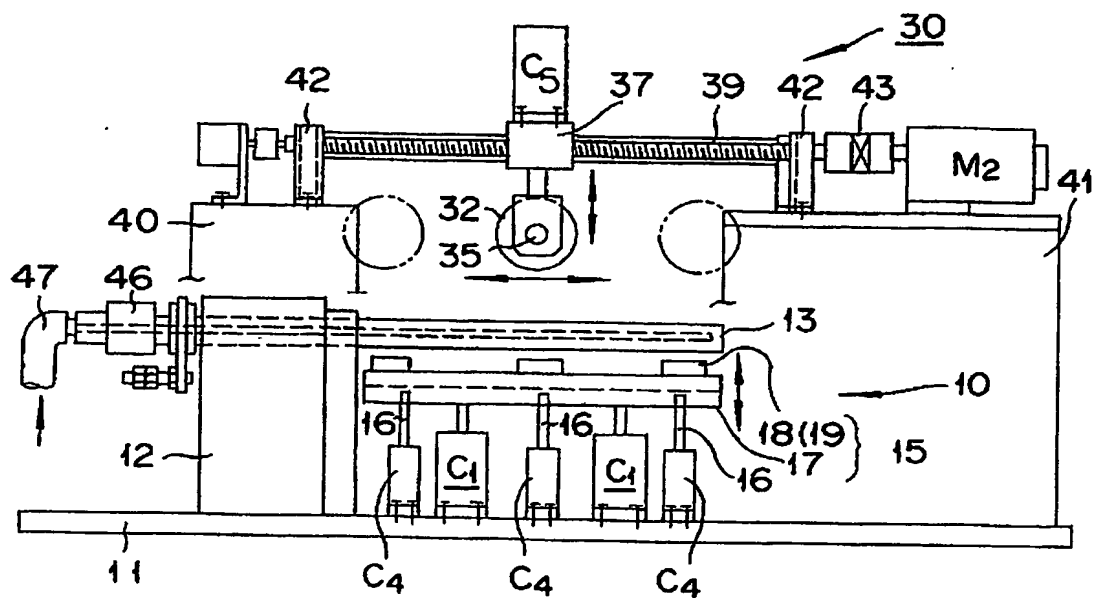
【書類名】

図面

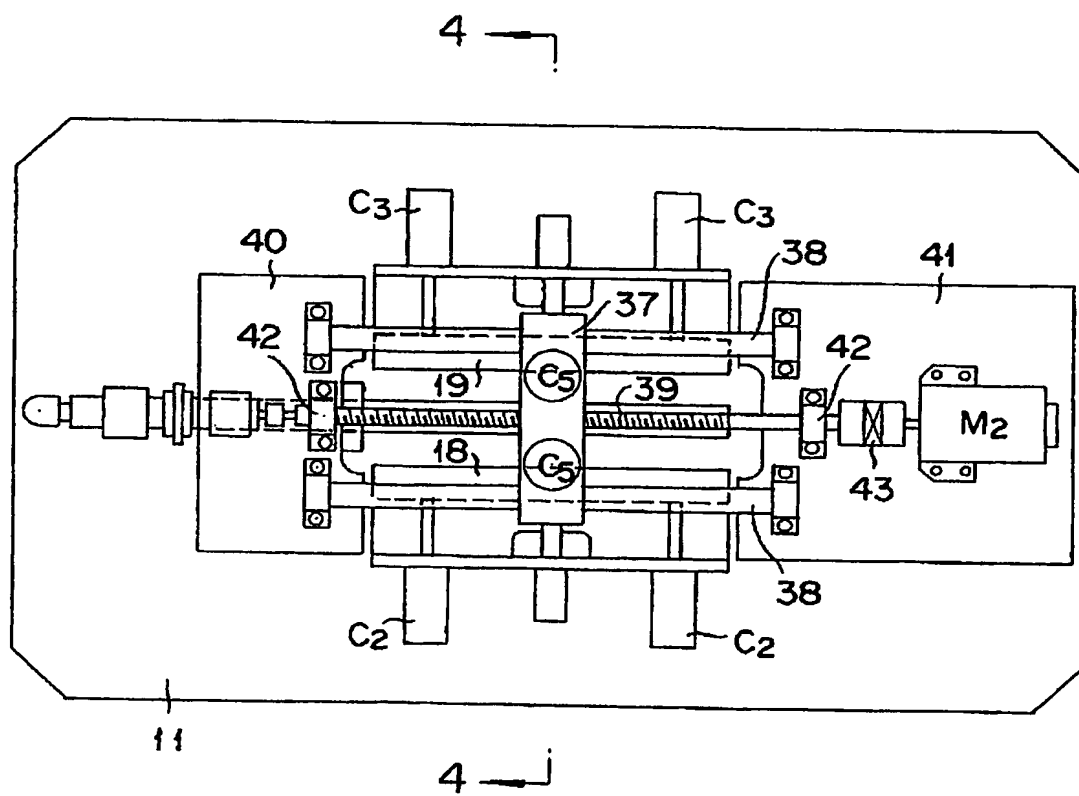
【図 1】



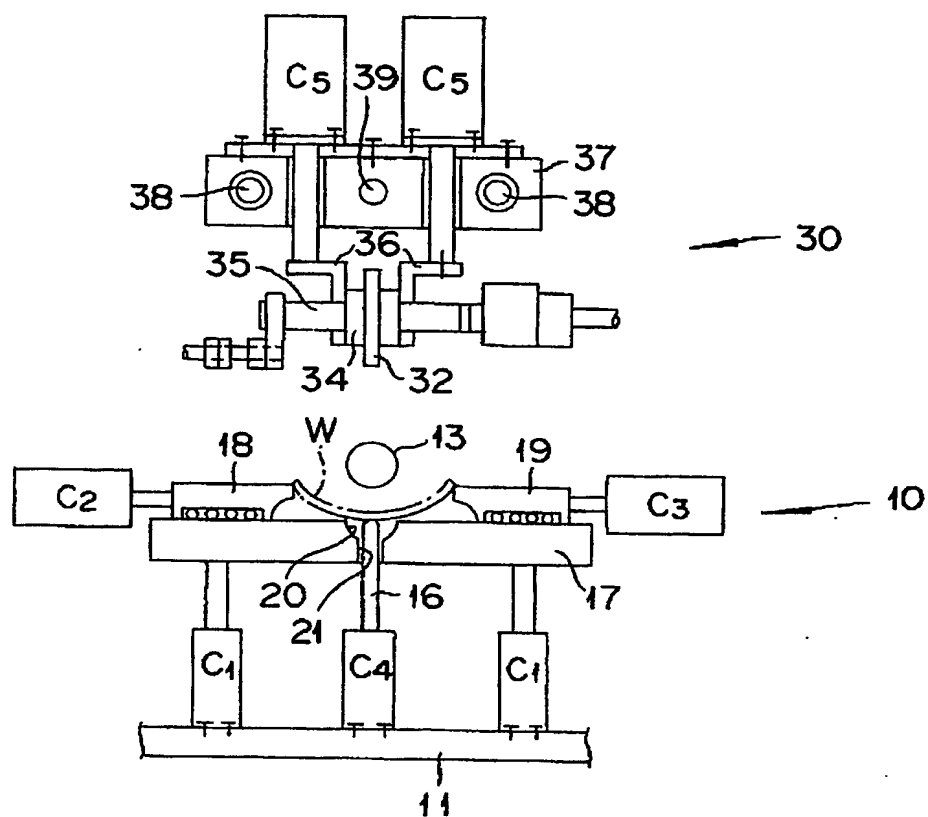
【図 2】



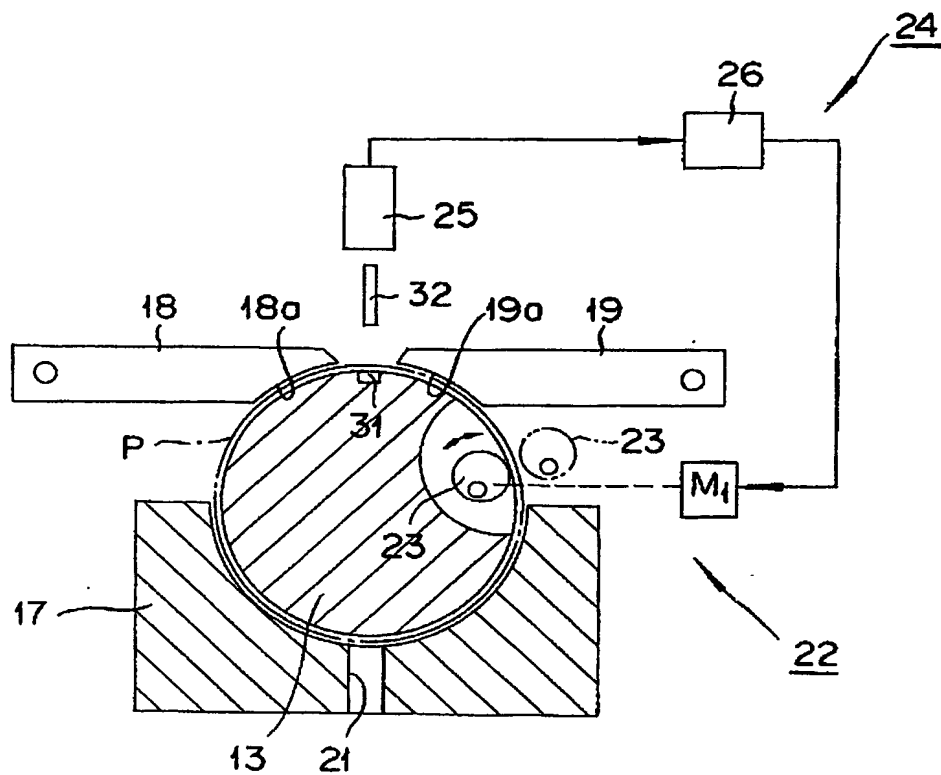
【図 3】



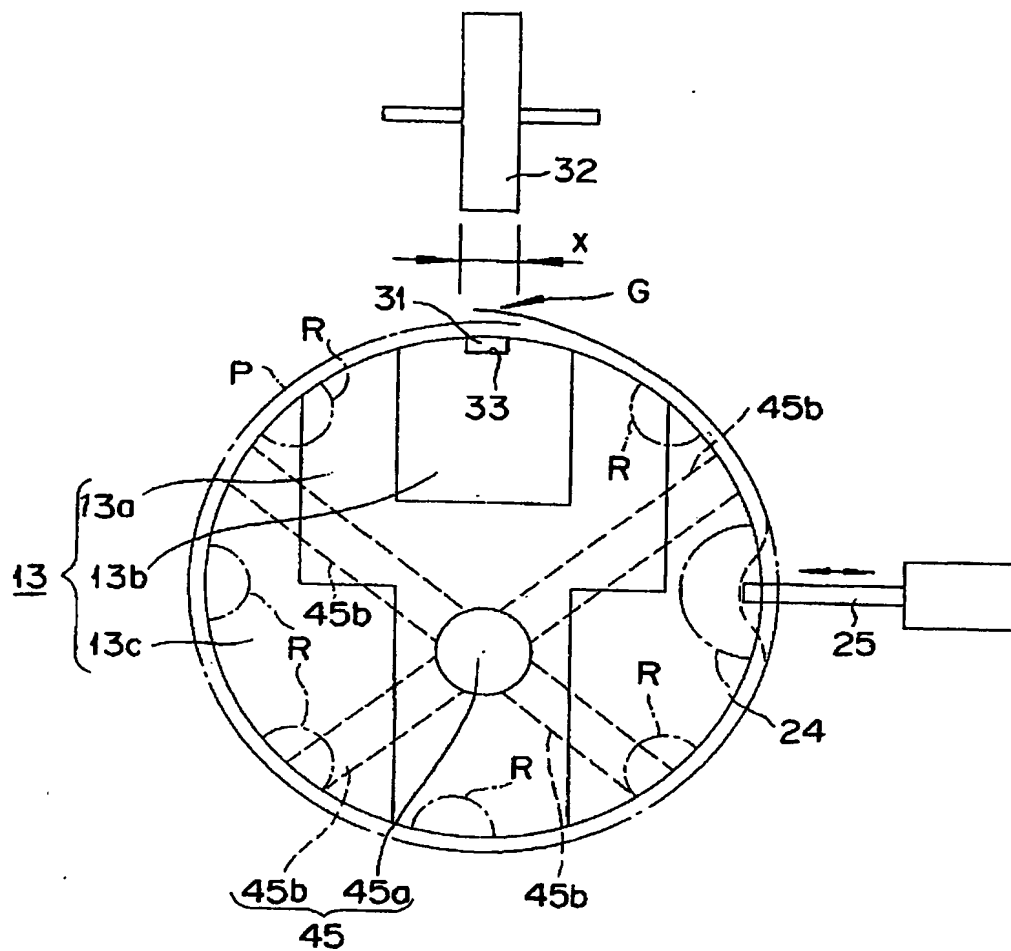
【図 4】



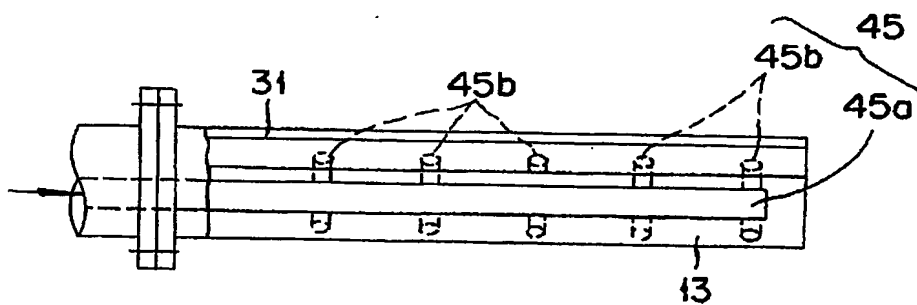
【図 5】



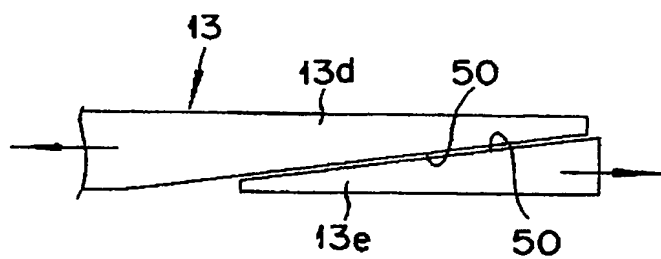
【図6】



【図7】



【図 8】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 厚さが $10 \sim 100 \mu\text{m}$ である溶接接合金属箔チューブと、極めて薄い金属箔であっても確実にチューブ状に仕上げることもできる金属箔チューブの製造方法と装置を提供する。

【解決手段】 板厚 t が $10 \sim 100 \mu\text{m}$ の金属箔素板 W を使用して溶接接合したことを特徴とする金属箔チューブであり、この金属箔素板 W を、重ね合わせ部 G を形成するように成形した後に、その対向辺を溶接し、この溶接部分を平滑に仕上げることを特徴とする。

【選択図】 図4

特願 2 0 0 3 - 0 1 1 0 1 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 6 5 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

氏 名

新日本製鐵株式会社